

Verlag von Julius Springer, Berlin

Heliogravure Meisenbach Riffarth & Co., Berlin

**Jahrbuch**  
der  
**Schiffbautechnischen Gesellschaft**



**Neunzehnter Band**  
**1918**

**Berlin**  
Verlag von Julius Springer  
1918

ISBN-13:978-3-642-90176-8 e-ISBN-13:978-3-642-92033-2  
DOI: 10.1007/978-3-642-92033-2

**Alle Rechte vorbehalten.**

-----  
Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1918

# Inhalts-Verzeichnis.

---

<b>Geschäftliches :</b>	Seite
I. Mitgliederliste . . . . .	3
II. Satzungen :	
Gesellschafts-Satzung . . . . .	53
Geschäftsordnung für die Versammlungen . . . . .	58
Unterstützungs-Rücklage . . . . .	60
Veith-Stiftung . . . . .	62
Berghoff-Stiftung . . . . .	64
Silberne und Goldene Denkmünze . . . . .	66
III. Bericht über das neunzehnte Geschäftsjahr 1917 . . . . .	68
IV. Bericht über die neunzehnte ordentliche Hauptversammlung am 22., 23. und 24. November 1917 . . . . .	87
V. Niederschrift über die geschäftliche Sitzung der neunzehnten ordentlichen Hauptversammlung am 22. November 1917 . . . . .	92
VI. Unsere Toten . . . . .	95
<b>Vorträge der XIX. Hauptversammlung :</b>	
VII. Schiffbautechnische Organisation des Deutschen Feldeisenbahn- chefs auf der Donau. Von E. Foerster . . . . .	124
VIII. Förderung von Körnergütern im Luftstrom und ihre Bedeutung für die Schifffahrt. Von Chr. Klock . . . . .	173
IX. Neuzeitliche deutsche Werftmaschinen und Bearbeitungsanlagen für den Kriegs- und Handelsschiffbau. Von W. Loof . . . . .	222
X. Der Einfluß des Volumens des schädlichen Raums auf den theo- retischen Dampfverbrauch (Raumschaden). Von J. Stumpf . . . . .	280

	Seite
XI. Der Schiffbau als Kunst. Von O. Lienau . . . . .	318
XII. Die Entwicklung des Schiffsankers und die Grundlagen der Konstruktion moderner Anker. Von Fr. Moll . . . . .	357
XIII. Neue Grundlagen für die theoretische und experimentelle Behandlung des Propellerproblems. Von H. Föttinger . . . . .	385
<b>Beiträge :</b>	
XIV. Modellversuche mit Schaufelrädern. Von K. Schaffran . . . . .	475
XV. Beitrag zur Berechnung von Schlingerdämpfungseinrichtungen. Von G. Bauer . . . . .	521
<b>Besichtigungen :</b>	
XVI. Das Kaiserliche Postscheckamt . . . . .	551
—	
XVII. Namenverzeichnis . . . . .	579

---

# Geschäftliches.

# I. Mitgliederliste.

Schirmherr

SEINE MAJESTÄT

WILHELM II., DEUTSCHER KAISER UND KÖNIG VON PREUSSEN.

Ehrenvorsitzender:

SEINE KÖNIGLICHE HOHEIT, Dr.-Ing.

FRIEDRICH AUGUST, GROSSHERZOG VON OLDENBURG.

Vorsitzender:

C. Busley, Dr.-Ing., Geheimer Regierungsrat, Professor, Berlin.

Stellvertretender Vorsitzender:

Johs. Rudloff, Wirklicher Geheimer Ober-Baurat und Professor, Berlin.

Fachmännische Beisitzer:

Caspar Berninghaus, Ingenieur und Werftbesitzer, Duisburg.

Georg W. Claussen, Dr.-Ing., Baurat, Direktor von Joh. C. Tecklenborg A. G. in Geestemünde.

Justus Flohr, Dr.-Ing., Geheimer Baurat, Vorsitzender des Direktoriums der

Maschinenbau A.-G. „Vulcan“, Hamburg 9, Vulcanwerft.

C. Pagel, Professor, Technischer Direktor des Germanischen Lloyd, Berlin.

Th. Reitz, Geheimer Ober-Baurat und Abteilungschef im Reichs-Marine-Amt, Berlin.

Beisitzer:

Arnold Amsinck, Vorsitzender des Vorstandes der Woermann-Linie A. G. und der Deutschen Ost-Afrika-Linie, Hamburg.

Phil. Heineken, Generaldirektor des Norddeutschen Lloyd, Bremen.

Aug. Schultze, Geheimer Kommerzienrat, Direktor der Oldenburg-Portug. Dampfschiffs-Reederei, Hamburg.

Albert Vögler, Generaldirektor d. Deutsch-Luxemb. Bergw.- u Hütten-A.-G., Dortmund.

Geschäftsstelle: Berlin NW6., Schumann-Str. 2 pt.

Fernsprecher: Norden 926.

## 1. Ehrenmitglieder:

SEINE KÖNIGLICHE HOHEIT, Dr.-Ing.  
HEINRICH, PRINZ VON PREUSSEN.  
(seit 1901)

SEINE KAISERLICHE UND KÖNIGLICHE HOHEIT,  
WILHELM, KRONPRINZ DES DEUTSCHEN REICHES U. VON PREUSSEN.  
(seit 1902)

SEINE KÖNIGLICHE HOHEIT  
FRIEDRICH FRANZ IV., GROSSHERZOG V. MECKLENBURG-SCHWERIN.  
(seit 1904)

Albert Ballin, Dr.-Ing., Vorsitzender des Direktoriums der Hamburg-Amerika-  
Linie.  
(seit 1911)

## 2. Inhaber der Goldenen Denkmünze der Schiffbautechnischen Gesellschaft:

SEINE MAJESTÄT  
WILHELM II., DEUTSCHER KAISER UND KÖNIG VON PREUSSEN.  
(seit 1907)

SEINE KÖNIGLICHE HOHEIT, Dr.-Ing.  
FRIEDRICH AUGUST, GROSSHERZOG VON OLDENBURG.  
(seit 1908)

Carl Busley, Dr.-Ing., Geheimer Regierungsrat, Professor, Berlin.  
(seit 1913)

† Rudolf Veith, Dr.-Ing., Wirklicher Geheimer Ober-Baurat, Berlin.  
(seit 1915)

## 3. Inhaber der Silbernen Denkmünze der Schiffbautechnischen Gesellschaft:

Hermann Föttinger, Dr.-Ing., Professor an der Techn. Hochschule in Danzig.  
(seit 1906)

Ludwig Gümbel, Dr.-Ing., Professor an der Techn. Hochschule in Berlin.  
(seit 1914)

Gustav Bauer, Dr. phil., Direktor der Vulcan-Werke, Hamburg.  
(seit 1916)

## 4. Fachmitglieder.

## a) Lebenslängliche Fachmitglieder:

- |   |   |
|---|---|
| 6 Baur, G., Geheimer Baurat, Friedr. Krupp<br>A.-G., Essen.                                 | de Champs, Ch., Kapitänleutnant der Königl. 10<br>Schwed. Marine, Schiffbau- und Elektro-<br>Ingenieur von der Königl. Techn. Hoch-<br>schule in Stockholm, Stockholm, Joh-<br>annesgatan 20. |
| Berninghaus, C., Ingenieur und Werft-<br>besitzer, Duisburg.                                | Claussen, Georg W., Dr.-Ing., Königl. Bau-<br>rat, Direktor der Schiffswerft von Joh.<br>C. Tecklenborg Akt.-Ges., Geestemünde,<br>Dock-Str. 4.   |
| Blohm, Herm., Dr.-Ing., i. Fa. Blohm & Voß,<br>Hamburg, Harvestehuder Weg 10.               |   |
| Busley, C., Dr.-Ing., Geheimer Regierungsrat,<br>Professor, Berlin NW40, Kronprinzenufer 2. |   |



- Claussen jun., Georg, stellvertr. Schiffbau-Direktor von Joh. C. Tecklenborg Akt.-Ges., Geestemünde, Dock-Str. 8.
- Fasse, Adolf, Technischer Direktor der Ottensener Eisenwerk A.-G., Altona-Ottensen, Brunnenstr. 111.
- Flohr, Justus, Dr.-Ing., Geheimer Baurat, Vorsitzender des Direktoriums der Maschb.-Akt.-Ges. Vulcan, Hamburg 9, Vulcanwerft.
- 15 Klöse, A., Ober-Baurat a. D., Berlin-Wilmersdorf, Ludwigkirchstr. 10a.
- Kraft de la Saulx, Ritter Friedrich, Ober-Ingenieur der Elsässischen Maschinenbau-Gesellschaft, Mülhausen, Elsaß.
- Lorenz-Meyer, Georg C. L., Ingenieur und Direktor, Hamburg, Kl. Fontenay 4.
- Rickmers, Andreas, Bremen.
- Ruthof, Josef, Werftbesitzer, i. Fa. Christof Ruthof, Wiesbaden, Wilhelmstr. 17.
- Sachsenberg, Georg, Kommerzienrat, Mit-<sup>20</sup>glied des Vorstandes der Firma Gebr. Sachsenberg A.-G., Roßlau a. E. und Cöln-Deutz, Dessau, Albrechtstr. 126.
- Spetzler, Carl, Ferd., Dipl.-Ing. bei Friedr. Krupp, Essen-Ruhr, Zweigerstr. 59.
- Steinike, Karl, Königl. Preuß. Baurat, Schiffbau-Direktor a. D., Heppenheim a. d. Bergstraße, Haus Wineck.
- Topp, C., Königlicher Baurat, Stralsund, Knieperdamm 4.
- Wilton, B., Werftbesitzer, Rotterdam.
- Wilton, J. Henry, Werftdirektor, Rotterdam.<sup>25</sup>
- Ziese, Carl H., Dr.-Ing., Geheimer Kommerzienrat und Besitzer der Schichauschen Werke zu Elbing und Danzig, Elbing.
- Ziese, Rud. A., Ingenieur, Düsseldorf-Oberkassel, Kaiser-Wilhelm-Ring 12.
- Zoelly-Veillon, H., Ingenieur, Vorstandsmitglied und technischer Direktor bei Escher, Wyß & Cie., Zürich.

*b) Ordnungsmäßige Fachmitglieder:*

- Abel, P., Ingenieur, Wilhelmshaven, Kurze Straße 9.
- 30 Abel, Wilh., Schiffbau-Ingenieur, Professor am Technikum zu Hamburg, Hamburg-Ohlsdorf.
- Abrams, Hermann, Schiffbau-Ingenieur, Papenburg a. Ems, Hauptkanal rechts 57.
- Achenbach, Albert, Dipl.-Ing., Werftdirektor, z. Zt. im Felde.
- Achenbach, Friedrich W., Dipl.-Ing., Berlin W 50, Regensburger Straße 5a.
- Ackermann, Max, Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Hamburg 29, Husumer Str. 14.
- 35 Ahlers, Ludwig, Schiffbau-Ober-Ingenieur der Firma Gebr. Sachsenberg, Roßlau a. E., Pötschstr. 8.
- Ahlers, Otto, Ingenieur, Rüstringen, Ebkeriege 135.
- Ahlrot, Georg, Schiffbau-Ingenieur, Malmö, Kockums Mek. Verkstads A. B.
- de Ahna, Felix, Schiffbau-Ingenieur, Bremerhaven, Caecilienstr. 2.
- Ahnhudt, Marinebaurat für Schiffbau, Charlottenburg, Württemberger Allee 8.
- Albrecht, J., Dipl.-Ing., Schiffsvermessungs-<sup>40</sup>Inspektor, Hamburg 39, Gryphusstr. 11.
- Alt, Otto, Dipl.-Ing., Kiel, Lornsenstr. 26.
- Alverdes, Max, Zivilingenieur, Inhaber des Eilenburger Motoren-Werkes, Hamburg-Uhlenhorst, Bassinstr. 8.
- Ambrohn, Victor, Dipl.-Ing., Bremen, Lobbendorferstr. 9.
- Andersen, Paul, Schiffbau-Ingen., Bremen, Bremerhavenerstr. 9.
- Arendt, Ch., Marine-Oberbaurat und Schiff-<sup>45</sup>bau-Betriebs-Direktor, Kiel, Sophienblatt 22/24.
- Arera, Hans, Ingenieur, Breslau VI, Liegnitzer Str. 3.
- Arnold, Alb., C., Schiffbau-Ingenieur, Charlottenburg, Fritschestr. 30, IV 1.
- Arnold, Karl, Regierungsrat, Steglitz, Arndt-Str. 35.
- Arppe, Johs., Oberingenieur u. Prokurist d. Fa. F. Schichau, Danzig, Linden-Str. 28.

- <sup>50</sup> Artus, Marine-Baurat für Maschinenbau, Baubeaufsichtiger bei der Werft der Maschb. A.-G. Vulcan in Hamburg, Altona-Othmarschen, Beselerplatz 10.
- Baath, Kurt, Oberingenieur d. A.-G. Weser, Dipl.-Ing., Bremen, Franziusstraße 6.
- Baisch, Ludwig, Ingenieur, i. Fa. Friedr. Krupp A.-G. Germaniawerft, Kiel, Hamburger Chaussee 126.
- Barg, G., Schiffbau-Direktor der Neptunwerft, Rostock i. M.
- Bartel, Wilhelm, Ingenieur, Hamburg, Körnerstraße 18.
- <sup>55</sup> Bartsch, Hermann, Ingenieur, Hamburg, Ottersbeckallee 12.
- Bauer, V. J., Direktor der Flensburger Schiffsbau-Gesellschaft, Flensburg, Neustadt 49.
- Bauer, Dr. G., Maschinenbau-Direktor d. Stett. Maschinenb.-A.-G. Vulcan, Hamburg, Mittelweg 82.
- Bauer, M. H., Zivil-Ingenieur, Friedrichshagen b. Berlin, Hahns Mühle.
- Bauer, O., Betriebs-Ingenieur d. Flensburger Schiffsbau-Gesellschaft, Flensburg, Toosbystraße 23.
- <sup>60</sup> Baumann, Karl, Schiffbau-Ingenieur, Altona, Wohlers Allee 13.
- Becker, Richard, Ober-Ing., Klotzsche, Königswald b. Dresden.
- Becker, W., Dipl.-Ing., Bremen, Gr. Weidestr. 9.
- Beeck, Otto, Ing., Stettin, Mühlenstr. 12, III.
- Behn, Theodor, Dipl.-Ing., Stettin, Moltkestr. 20.
- <sup>65</sup> Behrmann, Georg, Ingenieur, Kiel, Winterbeker Weg 32.
- Benetsch, Armin, Dr., Privatdozent, Oberingenieur der Siemens-Schuckertwerke, Berlin-Schlachtensee, Adalbertstr. 25.
- Benjamin, Ludwig, Zivil-Ingenieur, Hamburg 30, Bismarckstr. 133.
- Berendt, M., Ingenieur, Hamburg 24, Lessingstr. 12.
- Berendt, Hermann, Dipl.-Ing., Oberingenieur bei Blohm & Voß, Hamburg 24, Lessingstraße 12.
- <sup>70</sup> Berghoff, O., Marinebaurat a. D., Berlin C54, Dragonerstr. 23, I.
- Berling, G., Dr.-Ing., Marineoberbaurat u. Maschinenbau-Betriebsdirektor, Kiel, Feldstr. 148, III.
- Berndt, Rechnungsrat, Groß-Lichterfelde, Augustastr. 39, II.
- Berndt, Carl A., Beratender Elektro-Ingenieur u. Expert d. Germ. Lloyd, Hamburg, Rainweg 8.
- Berndt, Bruno, Ingenieur, Hamburg, Gänsemarkt 44.
- Berner, Otto, Ingenieur, Hamburg, Stockel-<sup>75</sup>hörnhof.
- Besch, Marinebaurat für Schiffbau, Staaken bei Berlin.
- Beschoren, K., Dipl.-Ing., Technischer Leiter der Schiffswerft Christof Ruthof, Regens-<sup>80</sup>burg, Von der Tannstr. 20.
- Bettac, Richard, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg, Isestr. 77.
- Betzhold, Marine-Schiffbaumeister, Wilhelmshaven, Brommystr. 1.
- Beyer, Friedr., Dipl.-Ing., Oberingenieur,<sup>80</sup> Bremen, Gröpelinger Heerstr. 326.
- Biedermann, Schiffbau-Dipl.-Ing. beim Norddeutschen Lloyd, Bremen, Donand-<sup>85</sup>str. 14.
- Bielenberg, Theodor, Schiffbau-Ingenieur bei Friedr. Krupp A.-G., Germaniawerft, Kiel, Knooperweg 48a.
- Biese, Max, Maschinenbau-Betriebs-Ingenieur, Geestemünde, Buchholzstr. 2.
- Birkner, Ernst, Dipl.-Ing. i. Schiffsmaschinenbau, Kiel-Gaarden, Werftstr. 193.
- Blackstady, E., Direktor der Oderwerke,<sup>85</sup> Stettin, Gießereistr. 17.
- Blaum, Rudolf, Reg.-Baumeister a. D., Direktor der Atlas-Werke, A.-G., Bremen.
- Blechschildt, Marinebaurat für Schiffbau, Potsdam, Heinrichstr. 26.
- Bleicken, B., Dipl.-Ing., Hamburg 20, Tarpen-<sup>90</sup>beckstr. 128.
- Block, Hch., Ingenieur, Hamburg-Groß-Borstel, Klotzmoor 10.
- Blohm, Eduard, Ingenieur, Hamburg,<sup>90</sup> Werderstr. 29.
- Blohm, M. C. H., Ingenieur, Hamburg, Husumer Str. 21.
- Blohm, Rud., Dipl.-Ing., Hamburg, Harveste-<sup>95</sup>huder Weg 10.

- Blümcke, Richard, Direktor der Schiffs- und Maschinenbau - Akt. - Ges. Mannheim in Mannheim.
- Blume, Herm., Maschinenbau-Ing., Bremen, Ritter Raschen-Platz 5, II.
- <sup>95</sup> Blumenthal, G. E., Direktor der Hamburg-Amerika Linie, Hamburg 37, Isestr. 111.
- Bock, W., Marine-Oberbaurat und Schiffbau-Betriebsdirektor, Reichs - Marine - Amt, Berlin W 10, Königin-Augusta-Str. 38—42.
- Bockelmann, H., Direktor der Ostsee-Werft, Frauendorf b. Stettin.
- Bockhacker, Eug., Geheimer Oberbaurat und Sektions-Vorstand im Reichs-Marineamt, Berlin W 15, Hohenzollerndamm 201.
- Boeck, Carl, Dipl.-Ing., Stettin, Giesebrechtstraße 12.
- <sup>100</sup> Boekholt, H., Marine-Baurat a. D., Grabke b. Bremen, Grabker Chaussee 172.
- Boettcher, Maximilian, Ingenieur, Hamburg 22, Am Markt 8.
- Bohnstedt, Max, Professor, Direktor der Königl. höheren Schiff- und Maschinenbauschule zu Kiel, Knooper Weg 56.
- v. Bohuszewicz, Oskar, Marine-Bau-meister, Kiel, Lornsenstr. 26, II.
- Boie, Harry, Ingenieur, Hamburg 30, Wrangelstraße 10, I.
- <sup>105</sup> Bonhage, K., Marine-Baurat für Maschinenbau, Bremerhaven, Lloydstr. 42.
- Böning, O., stellvertr. Direktor, Hamburg 8, Mattentniete 1.
- Borchers, Heinr., Oberingenieur, Elbing, Bismarckstr. 1.
- Bormann, Alfred, Kaiserl. Russ. Schiffbau-Ingenieur am Kaiserl. Russ. Ministerium des Wegebau, St. Petersburg, Kirotschnaia 36.
- Börnsen, Heinr., Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Kiel, Klinke 7—9.
- <sup>110</sup> v. Borries, Friedrich, Marine-Baurat für Schiffbau, Danzig, Rennerstiftsgasse 4.
- Bothe, Marine-Oberingenieur d. R., Swinemünde, Krausestr. 6.
- Böttcher, Max, Schiffbau-Ingenieur, Langfuhr b. Danzig, Robert-Reinick-Weg 8, I.
- Boyens, Friedrich, Ingenieur, Elbing, Bismarckstr. 6, III.
- Bramigk, Schiffbau-Ingenieur, Radebeul bei Dresden, Moltkestr. 6.
- Brandes, Marinebaurat für Maschinenbau, <sup>115</sup> Berlin W 30, Barbarossastr. 13.
- Breitländer, Wilh., Schiffsmaschinenbau-Oberingenieur u. Prokurist der Akt.-Ges. Neptun, Rostock, Schröderstr. 39.
- Brennhaus, Curt, Dipl.-Ing., Ingenieur bei Blohm & Voß, Hamburg, Andreasstraße 22.
- Brettschneider, P., Ingenieur, Bremen, Nordstr. 59.
- Breuer, C., Ingenieur, Hamburg-Kl. Flottbek, Wilhelmstr. 8.
- Brinkmann, G., Wirklicher Geheimer Oberbaurat und Vortragender Rat im Reichs-Marine-Amt, Berlin - Schöneberg, Wartburgstr. 19.
- Bröcker, Th., Maschinen-Ingenieur, Bremerhaven, Schifferstr. 29, II.
- Bröckmann, Friedr., Ingenieur, Bremen, Doventorsteinweg 62.
- Brodersen, Marine - Schiffbaumeister, Wilhelmshaven, Wallstr. 32.
- Bröking, Fritz, Marinebaurat für Maschinenbau, Berlin - Wilmersdorf, Helmstädter Straße 19.
- Brommundt, G., Geheimer Marine-Baurat <sup>125</sup> u. Maschinenbau-Direktor, Kiel - Gaarden, Werftstr. 120.
- Brose, Eduard, Ingenieur, Elbing, Äußerer Mühlendamm 76, III.
- Brotzki, Julius, Geheimer Regierungsrat, Neubabelsberg, Waldemarstr.
- Bruckhoff, Carl A. E., Leiter der Versuchsstation des Norddeutschen Lloyd, Lehe, Hafenstr. 159.
- Bruhn, Johannes, Direktor von det norske Veritas, Christiania.
- Brüll, Max R., Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, <sup>130</sup> Hamburg 21, Eppendorferbaum 41.
- Brumm, Ernst, Dipl.-Ing., Wellingsdorf-Kiel, Gabelsbergerstr. 28.
- Bruns, Heinrich, Konsul, Zivilingenieur, Kiel, Strandweg 84.
- Bub, H., Schiffbau-Ingenieur, Bremer Vulcan, Vegesack.
- Buchsbaum, Georg, Schiffbau-Ingenieur beim Germ. Lloyd, Berlin - Friedenau, Götterstraße 11.

- <sup>135</sup> Bu fe, C., Ober-Ingenieur, Elbing, Wilhelmstr. 9.  
v. Bü low, Schiffbau-Ingenieur, Prokurist des  
Germ. Lloyd, Gr.-Lichterfelde-O., Anna-  
straße 2.  
Burkhardt, Marine-Schiffbaumeister, Berlin  
W 62, Lutherstr. 16, III.  
Bürkner, H., Dr.-Ing. Geheimer Oberbaurat  
und Abteilungschef im Reichs-Marine-  
Amt, Gr.-Lichterfelde O., Mittelstr. 1.  
v. Burstin, Ingenieur, Danzig, Langer  
Markt 31.
- <sup>140</sup> Busch, H. E., Ingenieur, Hamburg, Damm-  
thorstr. 14.  
Buschberg, E., Marine-Oberbaurat u. Schiff-  
bau-Betriebs-Direktor, Berlin-Schöneberg,  
Martin-Luther-Str. 58, I.  
Büsing, R., Oberingenieur d. Joh. C. Tecklen-  
borg A.-G., Bremerhaven, Kaiserstr. 2 b.  
Buttermann, Ingenieur, Berlin-Grunewald,  
Hohenzollerndamm 111.  
Büttgen, Ober-Schiffbau-Ingenieur, Friedrich  
Krupp A.-G., Germaniawerft, Kiel-  
Gaarden, Hohenzollernring 61.
- <sup>145</sup> Buttman n, Marinebaurat für Schiffbau, Bau-  
beaufsichtiger bei der A.-G. „Weser“,  
Bremen, Holler-Allee 63.  
Butz, Walter, Schiffbau-Ingenieur, Neu-  
mühlen-Dietrichsdorf, Werftstr. 17 I.
- Carels, Charles, Ingénieur - Constructeur,  
Ateliers Carels frères, Dok, Gent (Bel-  
gien).  
Carlson, C. F., Werftbesitzer, Danzig, Werft  
von F. Schichau.  
Chace, Mason, S., Schiffbau - Ingenieur,  
Wales St., Dorchester, Boston, Mass. U.S.A.
- <sup>150</sup> Claas, G., Schiffbau-Ingenieur, Kiel, Lützow-  
straße 5.  
Claussen, Carl, Ingenieur, Bremen, Büren-  
straße 11.  
Cleppien, Max, Marinebaurat a. D., Ham-  
burg 21, Petkumstr. 12.  
Collin, Max, Marine-Oberbaurat und  
Maschinenbau-Betriebs-Direktor, Danzig-  
Langfuhr, Hermannshofer Weg 16.  
Commentz, Carl, Dr.-Ing., Schiffbau-  
Ingenieur, Hamburg 20, Löhsweg 5.
- <sup>155</sup> Conradi, Carl, Marine-Ingenieur, Christiania,  
Prinsens Gade 2 b.
- Cordes, Gottfried, Ingenieur, Elbing,  
Wallstr. 1.  
Cordes, Tönjes, Oberingenieur, i. Fa. Stülcken  
& Sohn, Hamburg-Steinwärder.  
Cornelius, Otto, Direktor der Reiherstieg-  
Schiffswerfte u. Maschinenfabrik, Wands-  
bek, Ahornstr. 6.  
Coulmann, Wilhelm, Marine-Baurat für  
Schiffbau, Kiel, Waldemarstr. 7.  
Crets, M. C. Edmond, Direktor der Chan-  
tier naval Cockerill, Hoboken — Ant-  
werpen, Antwerpen, Belgien.  
Creutz, Carl Alfr., Schiffbau-Oberingenieur  
der Kolomnawerke, Galutwin, Rußland.
- Dahlby, Gustav, Schiffsmaschinenbau-Inge-  
nieur, Bergsunds Verkstad, Stockholm.  
Dammann, Friedrich, Schiffbau-Ingenieur,  
Hamburg - Langenhorn, Langenhorner  
Chaussee 197.  
Dammann, Kurt H., Dipl.-Ing., Blankenese  
b. Hamburg, Krummdahl 16.  
Dannenbaum, Adolf, Dipl.-Ing., Ham-  
burg 19, Blohm & Voß, Eichenstr. 54.  
Degn, Paul Frederik, Dipl.-Ing., Ober-  
Ingenieur und Prokurist der Howaldts-  
werke, Neumühlen-Dietrichsdorf, Heiken-  
dorfer Weg 23.  
Deichmann, Karl, Ingenieur, Hamburg,  
Kleiner Schäferkamp 33.  
Demaj, Anton, Direktor der Maschinen-  
fabrik S. Andrea der Austria-Werft A.-G.,  
Triest 10.  
Demnitz, Gustav, Betriebsdirigent an  
der Kaiserlichen Werft, Wilhelmshaven-  
Rüstringen, Blumenstr. 11.  
Dengel, Rodrich, Marine-Schiffbaumeister, <sup>172</sup>  
Kiel, Feldstr. 77.  
Dentler, Heinr., Ober-Ingenieur der Reiher-  
stieg-Schiffswerfte und Maschinenfabrik,  
Hamburg 24, Graumannsweg 18.  
Deters, K., Obering. und Prokurist i. Fa.  
H. Stinnes, Harburg a. E., Umlandstr. 44.  
Dieckhoff, Hans, Prof., Vorstandsmitglied  
der Woermann-Linie u. der deutschen Ost-  
Afrika-Linie, Hamburg, Leinpfad 82.  
Dietrich, A., Marine-Baurat für Schiffbau,  
Baubeaufsichtiger bei der Vulcan-Werft  
Stettin, Finkenwalde, Lindenstr. 5a.

- 175 Dietze, E., Schiffbau - Ingenieur, Stettin, Pölitzerstr. 33.
- Dix, Joh., Marine-Oberbaurat und Schiffbau-Betriebs-Direktor, Baubeaufichtigender bei der Germaniawerft, Kiel, Feldstr. 134.
- Domke, R., Marinebaurat für Maschinenbau, Wilhelmshaven, Roonstr. 45.
- Donau, Schiffbau-Ing., Bremen, Rosenkranz 35.
- v. Dorsten, Wilhelm, Ingenieur, Schiffs- und Maschinen-Inspektor des Germanischen Lloyd, Mannheim-Freudenheim, Schützenstraße 24.
- 180 Drakenberg, Jean, Maschinen - Ingenieur, Direktor der Bergungs-Gesellschaft „Nep-tun“, Stockholm, Arsenalsg. 8c.
- Dreyer, E., Max, Zivilingenieur für Schiff- und Maschinenbau, Hamburg, Steinhöft 3.
- Dreyer, Fr., Schiffbau-Oberingenieur, Ham-burg, Petkumstr. 19.
- Dreyer, Karl, Elektroingenieur der Firma F. Schichau, Elbing, Königsberger Str. 14a.
- Driessen, Paul, Schiffbau-Ingenieur, Kiel, Knooperweg 36.
- 185 Dröseler, Marineschiffbaumeister, Berlin, Hallesche Str. 19.
- Drossel, Aug., Schiffbaumeister, Stettin-Grünhof, Mühlenstr. 11, III.
- Dyckhoff, Otto, Dipl.-Ing., Cuxhaven, Poststr. 62, I.
- Dýkes, Geo, Principal Surveyor to Lloyd's Register, Hamburg, Steinhöft 3.
- Ebner, Karl, k. u. k. Binnenschiffahrts-Inspektor, Regierungsrat, Wien, Handels-ministerium.
- 190 Eckolt, Wilh., Marine - Schiffbaumeister, Bremen, Ostertorsteinweg 15.
- Egan, Edward, Dipl.-Ing., Oberinspektor im k. ungar. Handelsministerium, Budapest II.
- Eggers, Julius, Dr.-Ing. Direktor, Dessau.
- Eggert, Wilhelm, Schiffbau-Oberingenieur, Geestemünde, Spichernstr. 9, II.
- Ehrenberg, Marine-Baurat für Schiffbau, Danzig, Schichauwerft.
- 195 Ehrlich, Alexander, Schiffbau-Ingenieur, Stettin-Grabow, Gustav-Adolf-Str. 11.
- Eichhorn, Osc., Geh. Marinebaurat u. Schiff-baudirektor, Danzig, Gralathstr. 3.
- Eigendorff, G., Schiffbau-Ingenieur und Besichtiger des Germanischen Lloyd, Brake i. Oldenburg.
- Ekström, Gunnar, Extra-Marine-Ingenieur, Stockholm, Erittsbergsgadan 14.
- Elers, Hermann, Schiffbau-Ingenieur, Ham-burg 13, Dillstr. 4, I.
- Elste, R., Schiffbau-Ingenieur, Hamburg 19, 200 Bismarckstr. 1.
- Elze, Theodor, Schiffbau-Ingenieur, i. Fa. Irmer & Elze, Bad Oynhausen.
- Engberding, Dietrich, Marine-Baumeister, Berlin W 10, Königin-Augusta-Str. 38/42.
- Engehausen, W., Betriebs - Ingenieur, Bremen, Lutherstr. 55.
- Engel, Otto, Marine-Oberbaurat u. Maschinen-bau-Betriebs-Direktor, Baubeaufichtigender bei der Germaniawerft in Kiel.
- Engström, Wilh., Maschinenbau-Betriebs- 205 ingenieur der Göta-Werke Gothenburg.
- Erbach, R., Dipl.-Ing., Obering. der Germania-werft, Kiel, Königsweg 4.
- Erdmann, Paul, Ing.-Maschinenbesichtiger d. Germanischen Lloyd Rostock, Friedrich-straße 7.
- Erler, Kurt, Marinebaurat, Wilhelms-haven, Kaiserl. Werft.
- von Essen, W. W., Ingenieur beim German. Lloyd, Hamburg 9, Vorsetzen 35.
- Esser, Matthias, Direktor des Bremer Vulkan, 210 Vegesack, Weserstr. 77a.
- Euterneck, P., Geh. Oberbaurat und vor-tragender Rat im Reichs-Marine-Amt, Berlin-Wilmersdorf, Spessartstr. 13.
- Evers, F., Schiffbaudirektor bei Nüscke & Co., Stettin, Königsplatz 14.
- Falbe, E., Dipl.-Ingen., Direktor der Woer-mann-Linie, Hamburg.
- Falk, W., Schiffbau-Ingenieur und Yacht-Agentur, Schiffbaulehrer a. d. Navigations-schule, Hamburg, Annen-Str. 30.
- Fechter, Georg, Oberingenieur, Lands- 215 berg a. W., Berg-Str. 41.
- Fechter, Gust. Schiffbaumeister, Königs-berg i. Pr., Kaiserstr. 21.
- Fesenfeld, Wilh., Oberlehrer und Dipl.-Ing. Berlin - Schöneberg, Rubensstraße 26.

- Fiala, Johann, k. u. k. Schiffbau-Oberingenieur  
2. Kl., Wien VI, Theobaldgasse 9.
- Fimmen, Hermann, Schiffbau-Ingenieur,  
Berlin NW 40, Kronprinzenufer 3.
- Fischer, Carl, Dipl.-Ing., Betriebsingenieur  
der Fried. Krupp A.-G. Germaniawerft, Kiel.
- Fischer, Ernst, Schiffbau-Oberingenieur,  
Chef des Kriegsschiffbaubureaus der  
Friedr. Krupp A.-G. Germaniawerft, Kiel,  
Düppelstr. 54, I.
- Fischer, Karl, Dipl.-Ing., Schiffsmaschinen-  
bau-Ingenieur, Gebr. Sachsenberg A.-G.,  
Roßlau a. E., Hauptstr. 25.
- Fischer, Willi, Ingenieur, Altona a. d. Elbe,  
Philosophenweg 25.
- Flamm, Osw., Geheimer Regierungsrat, Pro-  
fessor an der Königl. Techn. Hochschule,  
Nikolassee b. Berlin, Lückhoffstr. 30.
- Fliege, Gust., Direktor, Othmarschen bei  
Altona a. E. Giesestr. 1.
- Flood, H. C., Ingenieur und Direktor der Ber-  
gens Mechaniske Varksted, Bergen (Norw.).
- Flügel, Paul, Ingenieur und Maschinen-  
Inspektor, Lübeck, Gartenstr. 3.
- Foerster, Dr.-Ing. Ernst, Chef d. Schiffs-  
wesens der Hamburg - Amerika - Linie  
Kiel, Moltkestr. 60.
- Föttinger, Hermann, Dr.-Ing., Professor,  
Danzig-Zoppot, Bädeckerweg 13, z. Zt.  
Kiel, Lornsenstr. 39.
- Frahm, Herm., Direktor der Werft Blohm  
& Voß, Hamburg, Brahmallee 40.
- Frankenberg, Ad., Marine-Oberbaurat und  
Maschinenbau-Betriebsdirektor, Wilhelms-  
haven, Bismarckstr. 61.
- Frankenstein, Georg, Schiffbau-Ingenieur,  
Bremen, Admiralstr. 7.
- Fränzel, Curt, Direktor der Königl. See-  
maschinistenschule, Stettin, Barnimstr. 14.
- Freese, Hermann, Schiffbau-Ingenieur,  
Rostock i. M., Friedhofsweg 10.
- Fregin, Fritz, Dipl.-Ing., Schiffbau-Betriebs-  
ingenieur, Stettin, Mühlenstr. 19.
- Friederichs, K., Geheimer Rechnungsrat  
im Reichs-Marine-Amt, Neu-Finkenkrug,  
Kaiser-Wilhelm-Str. 49.
- Fritz, Walter, Oberingenieur d. Bergmann-  
Elektrizitäts-Werke A.-G., Abteilung für  
Schiffsturbinen, Berlin N 4, Invaliden-  
straße 102.
- Fromm, Rudolf, Marine-Baurat für Ma-  
schinenbau, Kiel, Holtenauer Str. 194, II.
- Früchtenicht, O., Schiffbau-Ingenieur, Werft  
vorm. Janssen & Schmilinsky A.-G.,  
Hamburg, Steinwärder.
- Gamst, A., Fabrikbesitzer, Kiel, Metzestr. 12.
- Garvens, Walter, Dipl.-Ing., Luitschiffbau  
Schütte-Lanz, Schwetzingen, Baden,  
Gustav-Hummel-Str. 18.
- Garweg, Arthur, Dipl.-Ing., Hamburg 19,  
Bismarckstr. 31.
- Gätjens, Heinr., Direktor der Hamburger  
Werft A.-G., Hamburg 9.
- Gebauer, Alex, Schiffsmaschinenbau-  
Ingenieur, Werft von F. Schichau, Elbing,  
Am Lustgarten 14.
- Gebers, Fr., Dr.-Ing., Direktor der Schiff-  
bautechnischen Versuchsanstalt, Wien XX,  
Brigittenuerlände 256.
- Gehlhaar, Franz, Regierungsrat, Mitglied des  
Kaiserlichen Schiffs-Vermessungs-Amtes,  
Berlin-Lichterfelde, Steinäckerstr. 10.
- Geißler, Richard, Dr.-Ing., Patentanwalt,  
Berlin SW. 11, Großbeerenstr. 82.
- Gerlach, Ferdinand, Schiffbau-Ingenieur,  
Hamburg 37, Klosterallee 63.
- Gerloff, Friedrich, Schiffbau-Oberingenieur  
und Prokurist der G. Seebeck A.-G.,  
Geestemünde, Bülowstr. 1.
- Gerner, Fr., Betriebs-Ingenieur der Friedr.  
Krupp A.-G., Germaniawerft, Kiel, Hassee-  
Rendsburger Land-Str. 71.
- Giebeler, H., Schiffbau-Ingen., Hamburg 19,  
Eimsbütteler Marktplatz 2.
- Gierth, R., Oberingenieur der Vereinigten  
Elbschiffahrts-Gesellschaften A.-G., Dres-  
den-Plauen, Würzburger Str. 38.
- Giese, Alfred, Dipl.-Ing., Hamburg, Carolinen-  
straße 16.
- Giese, Ernst, Geheimer Regierungsrat, Lank-  
witz, Mozartstr. 26.
- Gnutzmann, J., Schiffbau-Oberingenieur,  
Langfuhr b. Danzig, Uphageweg 22.
- Göbel, Ludwig, Ingenieur, Groningen,  
Holland, Mersdagstr. 48.
- Goebel, Ernst, Dipl.-Ing., Berlin-Char-  
lottenburg, Kaiser Friedrichstr. 47.

- Goecke, Marine-Oberbaurat a. D., Düsseldorf, Geibelstr. 6.
- Goos, Emil, Chef des Maschinenwesens der Hamburg-Amerika-Linie, Hamburg 21, Hofweg 20, I.
- <sup>260</sup> Gorgel, Dipl.-Ing., Berlin-Friedenau, Hauptstr. 73.
- Gottschalk, A., Dipl.-Ing., Hamburg, Uhlandstr. 20.
- Grabow, C., Geheimer Marine-Baurat, Rittergut Orle, Kr. Berent, Westpr.
- Grabowski, E., Schiffbau-Ingenieur, Professor, Bremen, Friedrich-Wilhelm-Str. 35.
- Graemer, L., Obering. u. Prokurist der Schiffswerft Nüscke & Co., A.-G., Stettin, Friedrich-Carl-Str. 18.
- <sup>265</sup> Grauert, M., Marine-Oberbaurat u. Maschinenbau-Betriebs-Direktor, Berlin-Steglitz, Humboldtstr. 14.
- Green, Rudolf, Oberingenieur u. Prokurist, Dietrichsdorf bei Kiel, Heickendorfer Weg 31.
- Grimm, Anton, Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Brandenburg a. H., Altst. Fischerstraße 24/25.
- Grimm, Max, Dipl.-Ing., techn. Hilfsarbeiter im Reichs-Marine-Amt, Charlottenburg 9, Eichenallee 33.
- Gronwald, Otto, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg-Eimsbüttel, Henriettenstr. 9.
- <sup>270</sup> Groth, W., Ingenieur der Siemens-Schuckertwerke, Hamburg, Semperhaus.
- Grotrian, H., Schiffbau-Ingenieur, Professor an den Techn. Staatslehranstalten zu Hamburg, Hamburg - Ohlsdorf, Fuhlsbütteler Str. 589.
- Grundt, Erich, Marinebaurat, Wilhelmshaven, Kaiserl. Werft, Schiffbau-Ressort.
- Gümbel, L., Dr.-Ing., Professor, Charlottenburg, Schloß-Str. 66, III.
- Gummelt, Carl H., Schiffbau-Ingenieur, Geestemünde, Klopstockstr. 12, II.
- <sup>275</sup> Günther, Friedr., Ing., Bremen, Steffensweg 190.
- Haack, Otto, Schiffbau-Ingenieur, Inspektor des Germanischen Lloyd, Stettin, Königstor 8.
- Habermann, Egon, Oberingenieur, Altona-Ottensen, Ottenser Eisenwerk A.-G.
- Haböck, Ingenieur und Maschinenfabrikant, Passau.
- Haensgen, Osc., Maschinenbau-Ingenieur, Flensburger Schiffsbau-Ges., Flensburg, Marienholzweg 17.
- Haertel, Siegfried, Schiffbau-Dipl.-Ing., <sup>280</sup> Nordenham a. Weser.
- Hagemann, H. Paul, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg, Mittelstr. 61.
- Hahn, Carl, Ingenieur der Bremer Assekuradeure, Bremen, Börsennebengebäude 33.
- Hahn, Paul L., Schiffsmaschinen Ingenieur bei der Schmidtschen Heißdampf-Ges., Cassel-Wilhelmshöhe, Wilhelmshöher Allee 271.
- Halldin, Gustaf, Marineingenieur, Ritterholmen 11, Stockholm.
- Hammar, Hugo G., Schiffbau-Oberingenieur, <sup>285</sup> Göteborgs Nya Verkstad A. B., Göteborg.
- Hammer, Erwin, Ing. b. d. Howaldtswerken, Kiel, Lornsenstr. 46.
- Hammer, Felix, Dipl.-Ing., Kiel, Yorckstr. 4.
- Hanke, Friedrich, Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Hamburg 31, Lappenbergsallee 6, hpt.
- Hantelmann, Kurt, Dipl.-Ing., Oberlehrer an der Seemaschinen- u. Schiffingenieurschule, Rostock, Schillerstr. 5.
- Häpke, Gustav, Dipl.-Ing., techn. Hilfsarbeiter am Reichs-Marine-Amt, Charlottenburg, Dahlmannstr. 4.
- Harbeck, Walter, Marine-Schiffbaumeister, Berlin-Lichterfelde, Steglitzer Str. 19.
- Harmes, Fritz, Schiffbau-Ingenieur, Stettin, Kronenhofstr. 7.
- Harms, Otto, Betriebsass. d. Flensbg. Schiffb.-Ges., Flensburg, Bauerlandstr. 11.
- Hartmann, C., Baurat, Vorstand der Dampfkessel- und Maschinenrevision der Baupolizeibehörde, Hamburg, Juratenweg 4.
- Hartmann, Hans, Marine-Baurat für Schiffbau, <sup>290</sup> Direktor der Tsingtauer Werft Tsingtau, Ostasien.
- Has, Marine-Baurat für Maschinenbau, Kiel.
- Hass, Hans, Dipl.-Ing., Dozent und Professor, Hamburg, Schrötterringksweg 10.
- Hechtel, H., Oberingenieur der Norderwerft, Harburg a. E., Bleicherweg 10.
- Hector, D. A., Oberingenieur der Finnbodavarf, Stockholm.

- <sup>300</sup> Hedemann, Wilh., Dipl.-Ing., Schiffsmaschinenbau-Ing., Bremen, Isarstr. 86.
- Hedén, A., Ernst, Schiffbau-Ingenieur, Göteborg, Mek. Werkstad.
- Heidtmann, H., Schiffbau-Ingenieur, Hamburg 21, Hofweg 64.
- Hein, Hermann, Dipl.-Ing., Bremen-Oslebshausen, Heerstr. 16.
- Hein, Paul, Ingenieur, Hamburg, Bismarckstraße 80.
- <sup>305</sup> Hein, Th., Geh. Rechnungsrat im Reichs-Marine-Amt, Charlottenburg, Kantstr. 68, I.
- Heinemann, Rudolf, Dipl.-Ing., St. Petersburg, Katerinenkanal 85 Qu. 11.
- Heinen, Fabrikbesitzer, Lichtenberg b. Berlin, Herzbergstr. 24/25.
- Heise, Wilh., Oberingenieur u. Bürochef der A. G. „Weser“, Bremen, Lübecker Str. 32.
- Heitmann, Johs., Schiffbau-Ingenieur, Hamburg, St. G., Langereihe 112, pt.
- <sup>310</sup> Heitmann, Ludwig, Betriebsingenieur, Hamburg 19, Am Weiher 23.
- van Helden, H., Oberinspektor der Holland-Amerika-Linie, Rotterdam 78 West Zeedyk.
- Heldt, Adolf, Marinebaurat für Maschinenbau, Kiel, Esmarchstr. 53, I.
- Heldt, Karl, Schiffbau-Ingenieur, Stettin, Logengarten 3.
- Hellemans, Thomas Nikolaus, Schiffsbau-Ingenieur, Direktor der Schiffswerft „Fortuna“, Gorinchen, Pompstraat C 141, Holland.
- <sup>315</sup> Helling, Wilhelm, Oberingenieur, Hamburg, Heimhuderstr. 11.
- Helmig, G., Schiffbau-Ingenieur, Elbing, Wilhelmstr. 24.
- Helsing, Ingenieur, Kiel, Feldstr. 118.
- Hemmann, Marine-Baurat für Schiffbau, Danzig, Kaiserliche Werft.
- Henning, Johannes, Schiffbau - Ingenieur u. Abtlgs. - Vorsteher in der Luftschiffbau-Ges. Zeppelin-Werk, Lindau-Reutin.
- <sup>320</sup> Hering, Geh. Konstr.-Sekretär im Reichs-Marine-Amt, Zehlendorf, Hauptstr. 60/62.
- Herrmann, Hugo, k. u. k. Maschinenbau-Oberingenieur I. Kl., Maschinenbaudirektor, Pola, Seersenal.
- Herrmann, Walter, Dipl.-Ing., Betriebsdirigent der Kaiserl. Werft, Kiel, Düsternbrookerweg 108.
- Herner, H., Dr. phil., Dipl.-Ing., Oberlehrer an der Königl. höheren Schiff- und Maschinenbauschule, Elmschenhagen bei Kiel, Krupp-Allee 18.
- Herzberg, Emil, Maschinen-Inspektor, Stettin, Bollwerk 1.
- Herzog, Eugen, Ingenieur, Bremerhaven, <sup>325</sup> Langestr. 127 a.
- Hildebrandt, Hermann, Schiffbau-Direktor der G. Seebeck A.-G., Bremen, Großgörschenstr. 14.
- Hildebrandt, Max, Schiffsmaschinenbau-Oberingenieur, Bremen, Kronenhofstraße 25.
- Hildenbrand, Carl, Oberingenieur, Bremen, Werftstr. 24.
- Hillmann, Bernhard, Schiffbaubetriebs-Oberingenieur, Bremerhaven, Bürgermeister-Smidt-Str. 8.
- Hinrichsen, Erich, Schiffbau - Ingenieur, <sup>330</sup> Hamburg 27, Billwärder Neuedeich 254/60.
- Hinrichsen, Henning, Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Werft von F. Schichau, Elbing.
- Hitzler, Th., Schiffbau-Ingenieur, Schiffswerft Hamburg-Veddel.
- Hoch, Johannes, Oberingenieur der Ottenser Maschinenfabrik, Altona-Ottensen.
- Hochstein, Ludwig, Oberingenieur, Wandsbeck b. Hamburg, Waldstr. 7.
- Hoefs, Fritz, Maschinenbau - Direktor bei <sup>335</sup> G. Seebeck, A.-G., Bremerhaven, Bürgermeister-Smidt-Str. 71.
- Hölzermann, Fr., Geheimer Marinebaurat a. D. Potsdam, Roonstr. 7.
- Hoffmann, C., Direktor der Lübecker Maschinenbau-A.-G., Lübeck, Kaiser-Wilhelm-Straße 24.
- Hoffmann, Rich., Dipl.-Ing., Bremen, Am Dobben 11.
- Hoffmann, Ulrich, Marinebaumeister, Charlottenburg, Hebbelstr. 19.
- Hoffmann, W., Betriebsingenieur der Werft <sup>340</sup> von Blohm & Voß, Hamburg, Eimsbüttel, Marktplatz 4.
- Hohn, Theodor, Bürochef für Schiffsmaschinen- und Kesselbau, Kiautschou-China, Tsingtauer Werft.
- Holle, Rud., Schiffbau-Ingenieur, Wilhelmshaven, Marienstr. 18.



- Holthusen, Wilh., Oberingenieur, Werft von Blohm & Voß, Hamburg-Steinwälder, Hamburg 26, 2. Sievekings-Allee 58.
- t' Hooft, J., Oberingenieur der Königl. Niederländischen Marine, Vlissingen.
- <sup>345</sup> Hoppenberg, Ernst, Marine-Konstruktions-Sekretär, Kiel, Küterstr. 2.
- Horn, Fritz, Dr.-Ing., Privatdozent a. d. Kgl. Technischen Hochschule, Danzig-Langfuhr, Hauptstr. 40 a.
- Hornbeck, Albert, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg 20, Tarpenbeckstr. 102.
- Hosemann, Paul, Dipl.-Ing., Elbing, Westpr., Bismarckstr. 5.
- Hossfeld, P., Wirkl. Geheimer Oberbaurat und Vortragender Rat a. D., Berlin W. 15, Pariser Str. 38, II.
- <sup>350</sup> Howaldt, Georg, Ingenieur, Hamburg 11, Neueburg 17.
- Hüllmann, H., Dr.-Ing., Professor, Geh. Oberbaurat, Berlin W. 15, Württembergische Str. 31/32, II.
- Hundt, Paul, Maschinenbau-Ingenieur b. Joh. C. Tecklenborg A.-G., Geestemünde, Am Deich 3.
- Hupe, Heinrich, Schiffsmaschinen-Ingenieur, Papenburg a. Ems, Hauptkanal, links 28.
- Hutzfeldt, M., Prokurist, Kiel-Wellingsdorf, Wehdenweg 26.
- <sup>355</sup> Ibsen, Julius, Dipl.-Ing., Neumühlen-Dietrichsdorf (Holstein), Augustinstr. 10.
- Icheln, Carl, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg 19, Oevelgönerstr. 32, II.
- Ilgenstein, Ernst, Schiffbau-Ingenieur, Charlottenburg, Knesebeckstr. 2.
- Immich, Werner, Marinebaumeister, Kiel, Esmarchstr. 42.
- Isakson, Albert, Schiffbau-Ingenieur, Inspektor des Brit. Lloyd, Bredgränd 2, Stockholm.
- <sup>360</sup> Jaborg, Georg, Marine-Baurat für Maschinenbau, Wilhelmshaven, Wilhelmstr. 7.
- Jacob, Carl, Dipl.-Ing., Betriebsleiter, Neufinkenkrug, Osthavelland, Kaiser-Wilhelm-Straße 47.
- Jacob, Oskar, Betriebs-Ingenieur, Stettin, Karkutsch-Str. 15.
- Jaeger, Johs., Geheimer Ober-Baurat a. D., Halle a. S., Richard-Wagner-Str. 40.
- Jahn, Gottlieb, Dipl.-Ing., Kiel, Knooperweg 111, III.
- Jahn, Joh., Dr., Reg.-Rat im Reichsamt des <sup>365</sup> Innern, Berlin NW 6, Luisenstr. 33.
- Janke, Paul, Marine-Baurat und Schiffbau-Betriebsdirektor a. D., Danzig.
- Janssen, D., Betriebsingenieur, Geestemünde, Deichstr. 18.
- Jansson, H., Ingenieur, Kiel, Mönkeberg 86.
- Jappe, Fr., Betriebs-Ingenieur, Hamburg 30, Hoheluftchaussee 31, hpt.
- Jespersen, Theodor, Oberingenieur, Christiana, Drammensvei 4. <sup>370</sup>
- Johannsen, F., Schiffbau-Ingenieur, Kiel-Wellingsdorf, Wehdenweg 20.
- Johannsen, Max, Friedr., Ingenieur u. vereidigter Sachverständiger, Kiel, Eisenbahndamm 12.
- Johansen, P. C. W., Schiffbau-Ingenieur, Flensburg, Bauer Land-Str. 4.
- Johns, H. E., Ingenieur, Hamburg, Baumwall 3.
- de Jong, Jan, Schiffbau-Ing., A.-G. „Weser“, <sup>375</sup> Bremen, Wernigeroder Str. 1.
- Jordan, D., kgl. ungar. Eisenbahn- und Schifffahrts-Inspektor, Leiter der Schifffahrts-Sektion der kgl. ungar. General-Inspektion für Eisenb. u. Schifffahrt, Budapest II, Lánchid-Gasse 2.
- Jourdan, Johannes, Ingenieur der Hamburg-Amerika Linie, Hamburg 19, Moltkestr. 47.
- Judaschke, Franz, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg-Winterhude, Sierigstr. 170.
- Jülicher, Ad., Schiffbau-Ingenieur und Inspektor des Germ. Lloyd, Bremen, Hartwigstraße 26.
- Jürries, Wilh., Schiffbau-Ingenieur, Bremen, <sup>380</sup> Lloydstr. 124.
- Just, Curt, Marinebaurat für Schiffbau, Hamburg, Lenhartzstr. 7.
- Justus, Ph. Thr., Ingenieur und Direktor der Atlas-Werke A.-G., Bremen.
- Kaerger, Alfred, Ingenieur, Hamburg, Groß-Flottbeck b. Hamburg, Weidenstr. 91.
- Kagerbauer, Ernst, k. und k. Schiffbau-Oberingenieur II. Kl. a. D., schiffbau-technischer Konsulent d. k. k. Seebehörde in Triest, Via Dei Giustinelli Nr. 1a.

- 385 Kahrs, Otto, Dipl.-Ing., Kristiania, Raadhus-  
gatan 1—3.
- Kalderach, J. F. A., Ingenieur, Hamburg 19,  
Tornquiststr. 58, II.
- Kampfmeyer, Th., Dipl.-Ing., Marinebau-  
meister, Danzig, Rennerstiftsgasse 5.
- Kappel, Henry, Ingenieur, Cassel-Wilhelms-  
höhe, Landgraf-Carl-Str. 27.
- Karstens, Paul, Ingenieur, Altona, Friedhof-  
straße 15.
- 390 Kasten, Max, Schiffbau-Ingenieur, Ham-  
burg 37, Isestr. 96.
- Kästner, Arth., Ingenieur, Roßlau a. E.,  
Gebr. Sachsenberg, A.-G.
- Katzschke, William, Marinebaumeister,  
Brügge, Kaiserliche Werft. Technischer  
Betrieb.
- Kaye, Georg, Marineschiffbaumeister,  
Kiel, Adolfstr. 81.
- Keil, Hans, Marinebaumeister, Kiel, Beseler-  
Allee 32a.
- 395 Keiller, James, Oberingenieur, Göteborg.
- Kell, W., Schiffsmaschinenbau-Ingenieur,  
Stettin, Steinstr. 3.
- Kemenater, Heinz, Dipl.-Ing., Schiffbau-  
Ingenieur, Stettin, Vulcan-Werft.
- Kenter, Max, Marine-Baurat für Maschinen-  
bau, Kiel, Düppelstr. 77.
- Kern, Wilhelm, Ingenieur, Dietrichsdorf  
b. Kiel, Heikendorferweg 35.
- 400 Kertscher, Rud., Marinebaumeister, Kiel,  
Esmarchstr. 70.
- Keuffel, Aug., Direktor der Act.-Ges. „Weser“,  
Bremen, Schwarzhauser Heerstr. 69.
- Kiel, Karl, Ingenieur, Hamburg, Rutsch-  
bahn 36.
- Kienappel, Karl, Betriebs-Ingenieur, Elbing,  
Altstädtische Wallstr. 13.
- Kiep, Nicolaus, Dipl.-Ing., Schiffsmaschinen-  
bau-Ingenieur, Kiel, Germaniawerft.
- 405 Kiepke, Ernst, Maschinen-Ingenieur, Stettin-  
Bredow, „Vulcan“.
- Killat, Konstruktions-Sekretär im Reichs-  
Marine-Amt, Berlin-Wilmersdorf, Lau-  
bacher Str. 32.
- Kindermann, B., Geheimer Regierungsrat,  
Mitglied des Kaiserl. Schiffsvermessungs-  
amtes, Berlin-Friedenau, Südwest-  
Korso 76.
- Kirberg, Friedrich, Geh. Konstr.-Sekretär im  
Reichs-Marine-Amt, Berlin-Steglitz, Ring-  
straße 57, I.
- Klagemann, Johannes, Marine-Oberbaurat  
u. Maschinenbau-Betriebsdirektor, Berlin-  
Wilmersdorf, Hohenzollerndamm 197, III.
- Klamroth, Gerhard, Professor, Geh. Marine- 410  
Baurat und Maschinenbau-Betriebs-  
direktor, Kiel, Koldingstr. 15.
- Klatte, Heinrich, Dipl.-Ing., Fürstenwalde,  
Victoriastr. 1c.
- Klatte, Johs., Werftbesitzer i. Fa. J. H. N. Wich-  
horst, Hamburg, Mundsburgerdamm 18.
- Klawitter, Fritz, Ingenieur u. Werftbesitzer,  
Danzig, i. F. J. W. Klawitter, Danzig.
- Kleen, J., Oberingenieur, Hamburg, Pappel-  
allee 46, I.
- Klein, Marcel, Dr.-Ing., Budapest, Schiffs- 415  
werft, Obuda.
- von Klitzing, Philipp, Zivilingenieur, Ham-  
burg, Alsterdamm 17.
- Klock, Chr., Ingenieur, Hamburg, Schaar-  
steinwegsbrücke 2.
- Klockow, Fritz, Dipl.-Ing., Wilhelmshaven,  
Friederikenstr. 1.
- Kluge, Otto, Marine-Baurat für Schiffbau,  
Wilhelmshaven, Viktoriastr. 21.
- Knauer, W., Direktor des Bremer Vulcan, 420  
Vegesack, Gerh.-Rohlf-Str. 17.
- Knipping, Paul, Dr.-Ing., Technischer Leiter  
der Werft Nobiskrug G. m. b. H., Rends-  
burg, Grothstr. 5.
- Knorr, Paul, Ingenieur u. Oberlehrer an der  
Königl. höheren Schiff- u. Maschinenbau-  
Schule, Kiel, Königsweg 14.
- Koch, Ernst, Schiffbau-Ingenieur, Altona-  
Othmarschen, Gottorpstr. 75.
- Koch, Hans, Mar.-Schiffbaumeister, Elbing,  
Äußerer Mühlendamm 38.
- Koch, Joh., Direktor, Neumühlen-Dietrichs- 425  
dorf b. Kiel.
- Koch, Karly, Direktor der Ottensener  
Maschinenfabrik, Altona-Ottensen, Schüt-  
zenstr. 21.
- Koch, W., Dipl.-Ing., Inspektor der Roland-  
Linie, A.-G., Bremen.
- Koch, W., Ing., Lübeck, Kaiser-Friedrich-  
Straße 25.

- Kockum, Franz, Direktor der Kockums Mechaniska Verkstads Aktiebolag, Malmö.
- <sup>437</sup> Koehnhorn, Marine-Maschinenbaumeister, Kiel, Lornsenstr. 26, II.
- Köhler, Albert, Marine-Baurat für Maschinenbau, Charlottenburg, Kantstr. 148.
- Köhler, Alfred, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg, Claudiusstr. 23.
- Köhn von Jaski, Th., Geheimer Marine-Baurat und Maschinenbau-Direktor a. D., Freiburg i. B., Reichsgrafenstr. 6.
- Kolbe, Chr., Werftbesitzer, Wellingdorf bei Kiel.
- <sup>438</sup> Kolkmann, J., Schiffsmaschinenbau-Oberingenieur, Elbing, Hohezinnstr. 12.
- Kölln, Friedrich, Dipl.-Ing., Schiffbau-Ingenieur, Hamburg 24, Uhlandstr. 20.
- König, Rob., Schiffbau-Ingenieur, Bremen, Utbremer Str. 46, II.
- Konow, K., Geheimer Oberbaurat und Sektions-Vorstand im R.-M.-A., Charlottenburg, Witzlebenstr. 33.
- Kopp, Herm., Schiffbau-Betriebsdirektor, Kiel, Jägersberg 15.
- <sup>440</sup> Körner, Paul, Ingenieur, Langfuhr, Hauptstraße 5.
- Koschmider, Dipl.-Ing., Schiffbau-Ingenieur, Hamburg V, Holzdammerweg 39.
- Köser, I., Ingenieur, i. Fa. I. H. N. Wichhorst, Hamburg, Kl. Grasbrook.
- Kraft de la Saulx, Ritter Johann, Dr.-Ing., Jemeppe bei Lüttich, Quai des Cannes 48.
- Kraft, Ernest A., Dipl.-Ing., Oberingenieur der A. E. G. Berlin, N. W. 87, Huttenstraße 12—16.
- <sup>445</sup> Krainer, Paul, Ordentl. Professor a. d. Königl. Techn. Hochschule Berlin, Charlottenburg, Leibnizstr. 55.
- Kramer, Fritz, Direktor, Ing., Dockenhuden-Blankenese, Sülldorfer Weg 48.
- Kramer, L., Oberingenieur, Kiel, Esmarchstraße 24.
- Krause, Hans, Mar.-Schiffbaumeister, Danzig-Langfuhr, Hauptstr. 139, I.
- Krebs, Hans, Marine-Maschinenbaumeister, Friedrichshafen a. B., Olgastr. 4.
- <sup>450</sup> Krell, H., Marine-Oberbaurat u. Maschinenbau-Betriebsdirektor, Grunewald, Caspar-Theyss-Str. 32.
- Krell, Otto, Professor, Direktor der Siemens-Schuckert-Werke, Berlin-Grunewald, Cronberger Str. 26.
- Kretzschmar, F., Schiffbau-Ingenieur, Friedrichshafen a. B., Karlstr. 8.
- Krey, Hans, D., Regierungs- und Baurat, Berlin W 23, Schleuseninsel im Tiergarten.
- Kristanz, Hermann, Ingenieur, Kolepant bei Neuhaus a. E.
- Krohn, Heinrich, Zivilingenieur, Neu-Rahlstedt b. Hamburg, Am Gehölz 17.
- Krüger, C., Direktor, Reiherstieg-Schiffswerfte und Maschinenfabrik, Hamburg 24.
- Krüger, Gustav, Ingenieur bei Blohm & Voß, Hamburg 19, Eppendorfer Weg 109.
- Krüger, Hans, Marine-Maschinenbaumeister a. D., Direktor der I. Frerichs & Co., A. G., Osterholz-Scharmbeck.
- Krüger, Hans, Dipl.-Ing., Hamburg, Grindelhofstr. 52, part.
- Krumreich, Emil, Rechnungsrat, Geheimer <sup>460</sup> Konstruktions-Sekretär im R.-M.-A., Berlin-Friedenau, Ringstr. 48 I.
- Kruth, Paul, Masch.-Ingenieur, Hamburg 30, Eppendorfer Weg 211, III.
- Kucharski, Walther, Ingenieur der Vulkanwerke, Hamburg, Gryphiusstr. 9.
- Küchler, Paul, Marine-Schiffbaumeister, Rüstringen, Oldenburg, Bülowstr. 6.
- Kuck, Franz, Marine-Oberbaurat u. Schiffbau-Betriebsdirektor, Kiel, Feldstr. 134.
- Kühn, Richard, Oberingenieur u. Prokurist <sup>465</sup> der Vulcanwerke, A.-G., Stettin, Am Logengarten 3.
- Kühne, Ernst, Oberingenieur, Bremen, Bülowplatz 1.
- Kühnke, Marinebaurat für Schiffbau, Bremen, Bulthauptstr. 21.
- Kuhlmann, Lothar, Ingenieur, Linz a. O., Schiffswerft.
- Kunert, Leo, Oberingenieur, Wiener Neustadt, Neunkirchnerstr. 10.
- Kurgas, Erich, Dipl.-Ing., Schiffsmaschinen- <sup>470</sup> bau-Ingenieur, Bremen, Mathildenstr. 13.
- Kuschel, W., Schiffbau-Oberingenieur, Hamburg, Moltkestr. 47.

- Laas, Walter, Professor für Schiffbau an der Königl. Techn. Hochschule, Berlin-Halensee, Halberstädter Str. 2.
- Lafrenz, Carl, Maschinenbau-Ingenieur, Neumühlen-Dietrichsdorf, Tiefe Allee 22, II.
- Laible, Friedrich, Ingenieur, Elbing, Altstädtische Wallstr. 13.
- <sup>475</sup> Lampe, Marine-Baurat für Schiffbau, Berlin W. 10, Kaiserin-Augusta-Str. 38/42.
- Lange, Alfred, Dipl.-Ing., Schiffbau-Betriebs-Ingenieur, Hamburg 30, Moltkestr. 47, part.
- Lange, Claus, Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Neumühlen-Dietrichsdorf (Holstein), Tiefe Allee 22, I.
- Lange, Heinrich, Schiffbau-Ingenieur, Blankenese b. Altona, Friedrichstr. 10.
- Lange, Johs., Dipl.-Ing., techn. Hilfsarbeiter im Reichs-Marine-Amt, Berlin W 10, Königin-Augusta-Str. 38—42.
- <sup>480</sup> Langen, O. H., Dipl.-Ing., Bremen, Bordenauer Str. 11.
- Lankow, E., Ingenieur, Elbing, Auß. Mühlen-damm 20, II r.
- Laudahn, Wilhelm, Marine-Baurat für Maschinenbau, Berlin-Grünwald, Gillstraße 2a.
- Laurin, L., Werftdirektor, Lysekil, Schweden.
- Lauster, Imanuel, Dr.-Ing., Direktor der M. A. N., Augsburg, Frölichstr. 14.
- <sup>485</sup> Läger, Max, Schiffbau-Ingenieur, Kiel, Lornsenstr. 50.
- Lechner, E., Marine-Baumeister a. D., Generaldirektor, Köln-Bayenthal, Oberländer Ufer 118.
- Lehmann, Martin, Geheimer Marine-Baurat a. D., Düsseldorf, Herderstr. 5.
- Lehr, Julius, Regierungs-Baumeister a. D., Berlin W, Tauentzienstr. 11.
- Leisner, Ad., Schiffbau-Ingenieur, Elbing, Bismarckstr. 22.
- <sup>490</sup> Leist, Carl, Professor a. d. Technischen Hochschule, Berlin W 15, Fasanenstr. 37.
- Lempelius, Ove, Dipl.-Ing., Obergeringieur der Flensburger Schiffb.-Ges., Flensburg, Schillbrücke 57.
- von Lendecke, Gustav, Generaldirektor, Wien I, Wollzeile 12.
- Leucke, Otto, Dr. phil., Dipl.-Ing., Kiel, Karlstr. 3.
- Leux, Carl, Schiffbau-Direktor, Prokurist bei F. Schichau, Elbing.
- Leux, Ferdinand, Boots- und Yachtwerft, <sup>495</sup> Frankfurt a. M.-Niederrad.
- Libbertz, Otto, Generaldirektor, Hamburg 19, Eichenstr. 58, I.
- Lienau, Otto, Professor, Dipl.-Ing., Oliva bei Danzig, Cöllner Landstr. 16.
- Lincke, Barnim, Dipl.-Ing., Züllchow, Pommern, Schloßstr. 18.
- Lindbeck, J., Mariningenjör, Stockholm, Schweden, Marinförvaltningen.
- Lindemann, Ehrich, Schiffbau-Ingenieur, <sup>500</sup> Kiel-Wellingdorf, Rosenfelder Str. 26.
- Lindenau, Paul, Schiffbau-Ingenieur, Elbing, Königsberger Str. 16.
- Linder, Ernst, Direktor, Stettin, Kaiser-Wilhelm-Str. 12.
- Lindfors, A. H., Ingenieur, Göteborg, Skeppsbron 4.
- Linker, B. G., Zivilingenieur, Vertreter von Krupp, Hamburg, Trostbrücke.
- Lippold, Fr., Schiffbau-Oberingenieur der <sup>505</sup> Vulkan-Werke, Hamburg 19, Eichenstraße 50.
- Loeffler, Hans, Dipl.-Ing., Hamburg 30, Heidestraße 25.
- Loesdau, Kurt, Marine-Baurat für Maschinenbau, Berlin-Friedenau, Evastr. 6, III.
- Löflund, Walter, Marinebaurat für Schiffbau, Kiel, Holtenuer Str. 73.
- Löfvén, Erik Elias, Marinebaumeister, Stockholm 8 II, Katarine V, Kyrksgata.
- Lorentzen, Owind, Dipl.-Ing., Christiania, <sup>510</sup> Børsen, Toldbodgt 2.
- Lorenz, Karl, Rechnungsrat im R.-M.-A., Berlin-Friedenau, Eschenstr. 3, II.
- Lorenzen, L., Ingenieur bei Blohm & Voß, Altona, Kl. Gärtnerstr. 103.
- Lösche, Joh., Marine-Baurat für Schiffbau, Kiel, Kaiserl. Werft.
- Losehand, Fritz, Maschinen-Ingenieur, Kiel, Germania-Werft.
- Lottmann, Marine-Baurat für Schiffbau <sup>515</sup> Charlottenburg, Roscherstr. 9, III.
- Ludasi, Viktor, Dipl.-Ing., Budapest X, Kőbányai ut 31.
- Ludwig, Emil, Ingenieur, Hamburg 13, Grindelhof 56.

- Ludwig, Friedrich, Ingenieur, stellvertr. Bürochef im U-Bootsmaschinenbau der A.-G. „Weser“ Bremen, Parkallee 199 a.
- Lüngen, Erich, Dipl.-Ing., Kiel, Lornsenstr. 26.
- <sup>520</sup> Lühring, F. W., Mitinhaber d. Fa. C. Lühring, Schiffswerft, Kirchhimmelwarden a. d. Weser.
- Lürssen, Otto, Ingenieur, Aumund-Vegesack, Bootswerft.
- Machule, Joh., Ingenieur, Elbing, Hospitalstraße 3.
- Mainzer, Bruno, Betriebsdirigent d. Kais. Werft, Kiel, Fährstr. 28.
- Malisius, Paul, Marine-Oberbaurat für Schiffbau, Wilhelmshaven, Kaiserstr. 38, II.
- <sup>525</sup> Martins, Ludwig, Schiffbau-Ingenieur und Schiffsbesichtiger des Germ. Lloyds, Kiel, Wilhelminenstr. 14 b.
- Marx, Wilh., Ingenieur, Bremen, Bülowplatz 12.
- Matthaei, Wilhelm, O., Dr.-Ing., Charlottenburg, Galvani-Str. 7.
- Matthias, Franz, Dr.-Ing., Zoppot, Wäldchenstraße 44.
- Matthiessen, Paul, Oberingenieur und Generalvertreter, Blankenese, Hermannstraße 23.
- <sup>530</sup> Medelius, Oskar Th., Betriebs-Ingenieur, Göteborg, Mek. Werkstad.
- Mehlhorn, Alfred, Zivilingenieur, i F. Bruno G. Linker, Hamburg, Trostbrücke 2.
- Meier, B., Schiffbau-Ingenieur, Friedr. Krupp A.-G. Germaniawerft, Kiel-Gaarden.
- Meier, Bruno, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg 37, Isestr. 9.
- Meifort, Joh., Direktor der Actien-Gesellsch. Gebr. Sachsenberg, Schiffswerft und Maschinenfabrik, Roßlau a. E.
- <sup>535</sup> Meinke, Hugo, Schiffsmaschinenbau-Ing., Mühlheim-Ruhr, Oststr. 7.
- Meisemann, Hans, Dipl.-Ing., Bremen, Mathildenstr. 34.
- Meisner, Erich, Marine-Baurat für Maschinenbau, Kiel, Lornsenstr. 26.
- Meissner, Carl, Fabrikbesitzer, Hamburg 39, Billwärder, Neuedeich 192.
- Menadier, Marine - Schiffbaumeister, Wilhelmshaven, Kaiserliche Werft.
- Mendelssohn, Franz, Marine-Baumeister, <sup>540</sup> Berlin W. 10. Königin-Augusta-Str. 38/42. Reichs-Marine-Amt, Abt. für Luftfahrwesen.
- Menke, Hermann, Ingenieur, Hamburg 37, Isestr. 29.
- Mennicken, E., Rechnungsrat im Reichs-Marine-Amt, Berlin-Steglitz, Stubenrauchplatz, 3 I.
- Mentz, Walter, Professor an der Königl. Techn. Hochschule, Zoppot, Kronprinzenstraße 10.
- Merten, Paul, Ing., Hamburg 1, Besenbinderhof 71/72.
- Methling, Kaiserlicher Marine-Oberbaurat <sup>545</sup> und Maschinenbau-Betriebsdirektor, Berlin W 30, Heilbronner Str. 2, I.
- Meyer, Alfred, Maschinen-Ing., Breslau 17, Caesar Wollheim.
- Meyer, Bernhard, Dipl.-Ing., Papenburg a. d. Ems.
- Meyer, C., Dipl.-Ing., Hamburg 23, Landwehr 75.
- Meyer, Erich, Dipl.-Ing., Elbing, Bismarckstraße 15.
- Meyer, F., Schiffbau - Ingenieur, Danzig, Schichau-Werft.
- Meyer, Franz, Jos., Schiffbau - Ingenieur, i. Fa. Jos. L. Meyer, Papenburg.
- Meyer, H., Dipl.-Ing., Groß-Flottbeck, Theodor Körner-Str. 4.
- Meyer, Jos. L., Dr.-Ing., Schiffbaumeister, Papenburg.
- Michael, Alfred, Oberingenieur der Atlaswerke, Bremen, Mathildenstr. 9.
- Michaeli, Erich, Marine-Schiffbaumeister, <sup>550</sup> Wilhelmshaven-Rüstringen, Goekerstr. 102
- Michelbach, Jos., Schiffsmaschinenbau - Ingenieur, Hamburg, Mönckebergstr. 17.
- Mierzinsky, Hermann, Dipl.-Ing., Aachen, Theresienstr. 21.
- Minnich, Fritz, Schiffbau-Ingenieur, Danzig, Schnitensteg 5.
- Misch, Ernst, Zivilingenieur, Gr.-Lichterfelde West, Karlstr. 32.
- Mladiáta, A. Johannes, k. u. k. Marine-Schiff- <sup>560</sup> bau-Oberingenieur, Pola, via Kandler 76, I.
- Mohr, Hans, Marinebaurat für Maschinenbau, Altona-Othmarschen, Margaretenstr. 7.

- Mölle, Rechnungsrat im Reichs-Marine-Amt, Nowawes, Heinestr. 9.
- Möllenberg, E., Dipl.-Ing., Schiffbau-Ingenieur, Rüstringen i. O., Bülowstr. 3a.
- Möller, J., Schiffbaumeister, Rostock, Friedrich-Franz-Str. 36.
- <sup>565</sup> Möller, W., Oberingenieur der Vulcanwerft, Altona a. E., Tresckow-Allee 16.
- Molsen, Jan, Ingenieur, Direktor der Hafendampfschiffahrt-A.-G. Hamburg 39, Eppendorferstieg 8.
- Momber, Bruno, Dipl.-Ing., Oberingenieur und Prokurist, Bremen, Holbeinstr. 14.
- Morin, Silvius, k. u. k. Schiffbau-Oberingenieur 2. Kl., Wien, k. u. k. Reichskriegsministerium, Marinesektion.
- Mötting, Emil, Oberingenieur, Vorstand der techn. Abt. d. Dampfschiffahrts-Gesellschaft Argo, Bremen, Contrescarpe 186.
- <sup>570</sup> Mrazek, Jaroslav, Schiffbau-Ingenieur, Triest, Austria-Werft.
- Mugler, Julius, Marine-Oberbaurat und Maschinenbau-Betriebsdirektor, Unterseeboots-Inspektion, Kiel, Feldstr. 104.
- Müller, August, Marineoberbaurat und Schiffbau-Betriebsdirektor, Kiel, Feldstraße 55a, I.
- Müller, A. C. Th., Oberingenieur und Prokurist der Firma F. Schichau, Elbing.
- Müller, Carl, Schiffbau-Oberingenieur, Abteilungs-Vorsteher des Germanischen Lloyd Berlin - Grunewald, Hubertus - Allee 3.
- <sup>575</sup> Müller, Emil, Chefingenieur d. Joh. C. Tecklenborg A. - G., Geestemünde, Borriesstraße 16.
- Müller, Ernst, Professor, Diplom-Schiffbau-Ingenieur, Technische Staatslehranstalten, Bremen, Rheinstr. 6, pt.
- Müller, F. H. W., Schiffbau-Ingenieur, Besichtiger des Germ. Lloyd, Geestemünde, Am Deich 18.
- Müller, Gustav, Schiffbau-Ingenieur bei der A. - G. „Weser“, Bremen, Utbremerstraße 63, III.
- Müller, Paul, Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Rüstringen i. Oldbg., Schulstr. 58.
- <sup>580</sup> Müller, Rich., Geh. Marine-Baurat und Maschinenbau-Direktor, Kiel, U-Boots-Inspektion.
- Nagel, Joh. Theod., Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Hamburg, Wagnerstr. 48.
- Naglo, Fritz, Dipl.-Ing., Inhaber der „Naglo-Werft“, Zeuthen bei Berlin, Seestr.
- Nawatzki, V., Direktor des Bremer Vulcan, Vegesack.
- Neeff, Fritz, Dipl.-Ing., Bremen, An der Schleifmühle 67.
- Neesen, Marine-Schiffbaumeister, Warnemünde, Seeflugzeug-Versuchs-Kommando, Blücherstr. 8.
- Neß, Artur, Ingenieur, Hamburg, Schäferstraße 30, ptr.
- Nettmann, Paul, Dr.-Ing., Berlin-Schöneberg, General-Pape-Str. J. K. D. 8.
- Neugebohrn, Carl, Dr.-Ing., Gr. Flottbek b. Altona, Theodor-Körner-Str. 4.
- Neukirch, Fr., Zivilingenieur, Maschineninspektor des Germanischen Lloyd, Bremen, Buchstr. 54.
- Neumeyer, W., Ingenieur, Bremen, Lortzingstraße 24.
- Nilsson, Nils Gustaf, Chef des Kgl. Kommerskollegiums, Fahrzeugabteilung, Stockholm.
- Nippraschk, Bruno, Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Guben, Berliner Str. 2a.
- Nitsch, Alois, k. u. k. Maschinenbauoberingenieur 1. Kl., Wien, k. u. k. Kriegsministerium, Marinesektion.
- Nitsch, Josef, Schiffsmaschinenbau-Ingen., Papenburg a. d. Ems.
- Noack, Ulr., Schiffbau-Dipl.-Ing., Rüstringen <sup>595</sup> i. Oldenburg, Bülowstr. 6, III.
- Nordhausen, Fr., Schiffbau-Oberingenieur, Hamburg 23, Jordanstr. 29.
- Nott, W., Wirkl. Geheimer Marine-Baurat a. D., Goßlar, Bismarckstr. 7.
- Novotny, Theodor, k. u. k. Seearsenalschiffbau-Direktor, Pola, Seearsenal.
- Nüsslein, Georg, Dipl.-Ing., Bremen, Waller Chaussee 33.
- Oeding, Gustav, Lloydinspektor, Bremerhaven, Bürgermeister-Smidt-Str. 150.
- Oeltzers, Otto, Schiffbau-Ingenieur, Mitinhaber der Schiffswerft J. Oeltzers, Neuhof a. Reiherstieg b. Hamburg.

- Oertz, Max, Jacht-Konstrukteur, Hamburg,  
An der Alster 84.
- Oesten, Karl, Schiffbau-Oberingenieur, Kiel,  
Feldstr. 55a.
- Oestmann, C. H., Ober-Ingenieur, Elbing,  
Königsberger Str. 16.
- <sup>605</sup> Otterdinger, Ernst, Vorsteher der techn.  
Abteilung der deutschen Levantelinie,  
Dockenhuden bei Blankenese (Elbe),  
Weddigenstr. 3.
- Oloff, Ernst, Dipl.-Ing., Elbing, Inn. Mühlen-  
damm 4c.
- Ornell, Niels J., Oberlehrer für Schiffbau in  
Bergens Tekn. Skole, Bergen, Harald  
Haarfagersgate 4.
- Ortlepp, Max W., Schiffbau-Ingenieur, Elbing,  
Bismarckstr. 7.
- Otto, Hermann, Schiffbau-Ingenieur, Ham-  
burg 6, Isestr. 56.
- <sup>610</sup> Otto, Walther, Marine-Schiffbaumeister, Kiel,  
U-Boot-Abnahmekommission.
- Overbeck, Paul, Schiffbau-Oberingenieur und  
Prokurist, Bremen, Werftstr. 22.
- Pagel, Carl, Professor, Techn. Direktor des  
Germanischen Lloyd, Berlin NW 40,  
Alsenstr. 12.
- Paradies, Reinh., Ingenieur, Groß-Flottbek  
bei Altona, Umlandstr. 19.
- Paulsen, H., Ingenieur, Hamburg, Wrangel-  
straße 3.
- <sup>615</sup> Paulus, K., Regierungsrat, Blankenese,  
Witts Allee 12.
- Peltzer, Franz, Ferdinand, Dipl.-Ing., Elbing,  
Hindenburgstr. 1a.
- Penserot, Ludw., Dipl.-Ing., Schiffs-  
maschinenbau-Ingenieur, Berlin-Halensee,  
Küstriner Str. 16.
- Pero, E., Schiffbau-Ingenieur, Bremen, Grö-  
pelinger Heerstr. 204.
- Peters, A., Marinebaurat, Tsingtau, Ostasien.
- <sup>620</sup> Peters, Franz, Ingenieur, Maschinenfabrik  
u. Schiffswerft Übigau, Dresden 31.
- Peters, Karl, Betriebs-Ingenieur, Kiel,  
Sophienblatt 64.
- Petersen, Ernst, Ingenieur, Hamburg 37,  
Klosterallee 63.
- Petersen, Martin, Ingenieur, Abteilungschef  
der Friedr. Krupp-A.-G.-Germaniawerft,  
Elmschenhagen b. Kiel, Kruppallee 30.
- Petersen, Otto, Marine-Oberbaurat und  
Schiffbau-Betriebsdirektor, Wilmersdorf,  
Zähringerstr. 25.
- Peuss, Franz, Schiffbau-Ingenieur, Elsfließ, <sup>625</sup>  
Friedrich-August-Str. 15.
- Pfeiffer, Adolf, Ingenieur, Berlin, NW 8,  
Hansauer 2 II.
- Pilatus, Rich., Geheimer Marine-Baurat u.  
Schiffbau-Direktor, Kiel, Holtenuer Str. 99.
- Pingel, Johannes, Marine-Maschinen-Bau-  
meister, Rüstringen, Mühlenweg 34.
- Pischon, Walter, Schiffbau-Dipl.-Ing.,  
Hamburg, Koopstr. 10.
- Pitzinger, Franz, k. u. k. General-Schiffbau- <sup>630</sup>  
Ingenieur, Marinetechnisch. Komitee, Pola.
- v. Plato, Felix, Ingenieur der Libauer Eisen-  
und Stahlwerke, Boicker & Co., Libau,  
Badstr. 43.
- Plehn, Geheimer Marinebaurat u. Maschinen-  
bau-Direktor, Wilhelmshaven, Adalbert-  
str. 28.
- Poeschmann, C. R., Direktor der Howaldts-  
werke, Kiel.
- Pogatschnig, Jos., Schiffbau-Ing., Elbing,  
Sonnenstr. 66.
- Pohl, A., Direktor, Altona - Othmarschen, <sup>635</sup>  
Böcklinstr. 5.
- Pophanken, Dietrich, Marine-Oberbaurat  
und Maschinenbau-Betriebsdirektor, Kiel,  
Knooper Weg 161.
- Popper, Siegfried, k. und k. General-  
Ingenieur i. P., Prag I., Valentinergasse 56.
- Potyka, Ernst, Schiffbau-Betriebsingenieur,  
Stettin, Kronenhofstr. 11.
- Praetorius, Paul, Dr.-Ing., Marine-Maschi-  
nenbaumeister a. D., Darmstadt, Heidel-  
berger Str. 81<sup>3</sup>/<sub>10</sub>.
- Presse, Paul, Marineoberbaurat und Schiffbau- <sup>640</sup>  
Betriebsdirektor, Berlin-Wilmersdorf,  
Konstanzer Str. 56.
- Preuß, A. F. W., Schiffbau-Ingenieur, Ship  
Surveyor to Lloyds Register of Shipping,  
Bremen, Bürenstr. 21, ptr.
- Probst, Martin, Dr.-Ing., Hamburg, Born-  
straße 16.

- Pröll, Arthur, Dr.-Ing., Professor an der Technischen Hochschule, Hannover, Militärstr. 18.
- Protz, Ad., Ingenieur, Elbing, Innerer Mühlendamm 4 b.
- <sup>645</sup> Raabe, G., Marine-Baurat für Maschinenbau, Kiel, Adolfstr. 61.
- v. Radinger, Carl Edler, Ing., Geschäftsführer der Westdeutschen Celluloidwerke, Lank a. Rh.
- Rahn, Dipl.-Ing. bei d. Hamb. Polizei-Behörde, Hamburg, Rappstr. 14, II.
- Rahn, F. W., Schiffbau-Ingenieur, 312. N. 4th St. Camden, New Jersey, „New York Shipbuilding Co.“, Verein. Staaten von Nord-Amerika.
- Rambeau, Wilhelm, Dipl.-Ing., Hamburg, Heussweg 8, I.
- <sup>650</sup> Rappard, Chr. C., Oberingenieur der Königl. Niederländischen Marine, Hellevoetsluis.
- Rappard, Chr. H., Oberingenieur der Königl. Niederländischen Marine, Helder.
- Rasmussen, A. H. M., Direktor im Kgl. Dänischen Handels- u. Schifffahrtsministerium, Kopenhagen, K. Skt. Anna Plads 18.
- Rasmussen, Henry, Yacht-Konstrukteur, Mitinhaber der Firma Abeking & Rasmussen, Lemwerder a. d. Weser, Vegesack, Rohrstr. 34.
- Rath, Geheimer Konstr.-Sekretär im Reichs-Marine-Amt, Berlin-Steglitz, Schloßstraße 17.
- <sup>655</sup> Rau, Fritz, Oberingenieur der Automobil- und Aviatik A. G. Leipzig, Heiterblick.
- Rauert, Otto, Dipl.-Ing., Hamburg, 25, Obere Bergfelde 15.
- Rechea, Miguel, Ingeniero Naval, Ferrol, Real 145, Espagne.
- Reichert, Gustav, Dipl.-Ing., Bremen, Utbremerstr. 63.
- Reimers, H., Marine-Oberbaurat und Schiffbau-Betriebsdirektor, Düsseldorf, Kronprinzenstr. 48.
- <sup>660</sup> Reitz, Th., Geheimer Oberbaurat u. vortragender Rat im Reichs-Marineamt, Berlin-Halensee, Joachim-Friedrich-Str. 54.
- Rembold, Viktor, Dipl.-Ing., Kiel, Eckernförder Allee 26.
- Renner, Felix, Dipl.-Ing., Maschinen-Ingenieur, Hamburg 26, Saling 39.
- Richter, Otto, Schiffbau-Ing., Bremen 13, Gröpelinger Chaussee 413.
- Riechers, Carl, Betriebs-Ingenieur i. Fa. F. Schichau, Elbing, Schiffbauplatz 1.
- Rieck, John, Ingenieur, Vegesack, Rohrstr. 30. <sup>665</sup>
- Rieck, Rud., Ingenieur, Hamburg, Woldsenweg 10.
- Riecke, Marine-Baumeister, Kiel, Bülowstr. 5.
- Riehn, W., Dr.-Ing., Geh. Regierungsrat u. Professor, Hannover, Taubenfeld 25.
- Riemeyer, Marine-Schiffbaumeister beim Stabe der Mittelmeer-Division, Konstantinopel.
- Rieppel, Paul, Dr.-Ing., Professor an der <sup>670</sup> Technischen Hochschule, Danzig.
- Rieseler, Hermann, Oberingenieur d. Fa. H. Mahak A.-G., Torpedo-Ing. d. Kaiserl. Marine a. D., Hamburg, Andreasstr. 31.
- Riess, O., Dr. phil., Geheimer Regierungsrat, Berlin W, Courbièrestr. 2.
- Rindfleisch, Max, Werft-Direktor, Lehe Hafenstr. 139.
- Roch, Eugen, Dr.-Ing., Dozent a. d. Luftfahrerschule, Marine-Luftschiffdetachment Kiel, Feldstr. 30.
- Rodiek, Otto, Zivilingenieur für Maschinen <sup>675</sup> und Schiffsmaschinenanlagen, beeidigter Sachverständiger, Kiel, Hafenstr. 9.
- Roellig, Martin, Marine-Baurat für Maschinenbau, Baubeaufsichtiger bei der Vulcan-Werft in Stettin, Kantstr. 9.
- Roeser, Dipl.-Ing., Schiffbau-Ingenieur, z. Z. Betriebsdirigent, Kaiserl. Werft Brügge, Essen/Ruhr, Witteringstr. 2.
- Roesler, Leonhard, k. k. Baurat d. Binnenschiffahrts-Inspektion im Handelsministerium, Wien XVIII/3, Hochgasse 84.
- Rohlffs, Carl, Maschineninspektor beim Germ. Lloyd, Bremen, Bulthauptstr. 21.
- Rohlffs, Willy, Ingenieur, Charlottenburg, <sup>680</sup> Guerickestr.
- Romberg, Friedrich, Professor a. d. Königl. Techn. Hochschule zu Berlin, Nikolasseeb. Berlin, Teutoniastr. 20.
- Rose, Konrad, Ingenieur, Geestemünde, Wilhelmstr. 21.



- Rosenberg, Conr., Direktor, Joh. C. Tecklenborg, Akt.-Ges., Geestemünde.
- Rosenberg, Max, amtl. Schiffs- u. Maschinenbesichtiger, Bremerhaven, Bremer Str. 30.
- 685 Rosenbusch, Hermann, Ingenieur, Elbing, Hansastr. 3.
- Rosenstiel, Rud., Direktor der Schiffswerft von Blohm & Voß, Hochkamp b. Klein-Flottbeck, Bahnstr. 10.
- Roßmann, Wilhelm, Geh. Konstruktions-Sekretär im Reichs-Marine-Amt, Berlin-Steglitz, Mommsenstr. 26.
- Roth, C., Oberingenieur, Elbing, Arndtstr. 5.
- Rothardt, Otto, Schiffbau-Oberingenieur d. Hamburg-Amerika-Linie, Hamburg, Hofweg 24, hpt.
- 690 Rother, Eugen, Oberingenieur, Mannheim, Schiffs- u. Maschinenbau-A.-G. Mannheim, Goeckestr. 16.
- Rücker, Wilhelm, Dipl.-Ing., Elbing, Grünstraße 7a.
- Rudloff, Johs., Wirkl. Geheimer Ober-Baurat und Professor, Berlin W 15, Olivaer Platz 10.
- Runkwitz, Arthur, Maschinenbau-Ingenieur, Kiel, Hasseldieksdammer Weg 11.
- Sachse, Theodor, Ingenieur, Germaniawerft, Kiel-Gaarden.
- 695 Sachsenberg, Ewald, Dr.-Ing., Cöln, Am Botanischen Garten 30.
- Salfeld, Paul, Marine-Baurat für Maschinenbau, Kiel, Francke-Str. 4.
- Sauberlich, Th., Vorstandsmitglied und technischer Direktor der Adlerwerke, vorm. Heinr. Kleyer, A.-G., Frankfurt a. M., Forsthausstr. 107a.
- Sartorius, Rechnungsrat im Reichs-Marine-Amt, Nowawes, Heinestr. 7.
- Saßmann, Friedrich, Schiffbau-Ingenieur, Mannheim, Käfertaler Str. 89, IV r.
- 700 Schaefer, Karl, Ingenieur, Oliva bei Danzig, Heimstätte.
- Schäfer, Dietrich, Marine-Baurat für Maschinenbau, Kiel, Feldstr. 53.
- Schaffran, Karl, Dr.-Ing., Vorsteher der Schiffbauabteilung der Kgl. Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau, Berlin NW 52, Calvinstr. 5.
- Schalin, Hilding, Maschinenbau-Ingenieur, Göteborg, Mek. Werkstad.
- Schätzle, Jos. H., Ingenieur, Hamburg, i. Fa. Blohm & Voß.
- Schatzmann, Edwin, Marinebaurat für Ma-<sup>705</sup>schinenbau, Wilhelmshaven, Kieler Str. 8.
- Schaumann, Schiffbau-Oberingenieur, Kitzberg b. Kiel.
- Scheel, Wilhelm, Betriebs-Ingenieur, Hamburg 23, Landwehrstr. 6.
- Scheitzger, Rechnungsrat, Geheimer Konstruktions-Sekretär im Reichs-Marine-Amt, Berlin-Friedenau, Wielandstr. 42.
- Scherbarth, Franz, Dipl.-Ing., Stettin, Grabower Str. 12.
- Scheunemann, Georg, Schiffbau-Ingenieur,<sup>710</sup> Stettin 6, Kronprinzenstr. 30, ptr.
- Scheurich, Th., Marineoberbaurat und Schiffbau-Betriebsdirektor, Rüstingen i. Oldenburg, Fichtestr. 8.
- Schirmer, C., Geheimer Marine-Baurat u. Schiffbau-Direktor, Wilhelmshaven, Adalbertstr. 26.
- Schirokauer, Felix, Dipl.-Ing., Germanischer Lloyd, Berlin NW 40, Alsenstr. 12.
- Schlichting, Marinebaurat für Schiffbau, Berlin-Südende, Mittelstr. 11.
- Schlie, Hans, Dipl.-Ing., Kiel, Kirchhofs-<sup>715</sup>allee 29.
- Schlueter, Fr., Marine-Baurat a. D., Berlin, Halensee, Hektorstr. 6.
- Schmedding, Marine - Schiffbaumeister, Berlin W 10, Königin-Augusta-Str. 38/42.
- Schmeißer, Marine-Maschinenbaumeister, Wilhelmshaven-Rüstingen, Gökenstr. 104.
- Schmid, Karl, Ingenieur und Fabrikbesitzer, Hamburg 36, Alsterufer 9.
- Schmidt, Eugen, Marine-Oberbaurat und<sup>720</sup> Schiffbau-Betriebsdirektor, Danzig-Langfuhr, Friedenssteg 1.
- Schmidt, Harry, Marine - Oberbaurat u. Schiffbau-Betriebsdirektor, Wilhelmshaven, Victoriast. 25.
- Schmidt, Heinrich, Marine-Baurat für Maschinenbau, Baubeaufsichtiger bei Blohm & Voß, Altona - Othmarschen, Scheffelstr. 8.

- Schmidt, R., Dr.-Ing., Oberingenieur und Bürochef bei d. A.-G. „Weser“, Bremen, Benquestr. 10.
- Schmidt, R., Dr.-Ing., Direktor der Nordseewerke Emden, Bentinksweg 1.
- <sup>725</sup> Schmidt, Willy Oskar, Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Danzig, Kaiserliche Werft, U-Bootsbetrieb.
- Schmiedeberg, Wilhelm, Ingenieur, Stettin-Grabow, Gießereistr. 25.
- Schnabel, E., Dipl.-Ing., Kiel-Hassee, Uhlenkrog 25.
- Schnapauff, Wilh., Professor, Rostock, Friedrich-Franz-Str. 2.
- Schneider, Friedrich, Marine-Baurat für Schiffbau beim Stabe der Mittelmeerdivision.
- <sup>730</sup> Schneider, F., Schiffbau-Ingenieur, Hamburg 21, Osterbeckstr. 8.
- Schneider, Julius, Dipl.-Ing., Hamburg, Eilbecktal 80, II.
- Schnell, J., Oberingenieur und Prokurist der Firma Franz Haniel & Co., Bonn, Hindenburgstr. 147.
- Scholz, Wm., Dr., Dipl.-Ing., Emden, Gr. Brückenstr. 31.
- Schönherr, Paul, Ingenieur, Germaniawerft, Kiel-Gaarden, Herderstr. 7.
- <sup>735</sup> Schoening, Hermann, Fabrikbesitzer, Berlin-Borsigwalde, Spandauer Str. 51/60.
- Schreck, H., Ingenieur, Hamburg, Eppendorfer Weg 62.
- Schreiter, Marinebaurat für Maschinenbau, Kiel, Kaiserl. Werft, Fichtestr. 2.
- Schriever, L., Ingenieur u. Baubeaufsichtiger des Nordd. Lloyd, Danzig-Langfuhr, Althoffweg 13.
- Schröder, Paul, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg 31, Eidelstedterweg 127.
- <sup>740</sup> Schroeder, Richard, Ingenieur der Schichau-Werft, Danzig, Große Allee 38.
- Schubert, E., Schiffbau-Ing., Hamburg 19, Eichenstr. 19.
- Schuldt, Georg, Dipl.-Ing., Stralsund, Werftstraße 9a.
- Schultenkämper, Fr., Werftbesitzer, Elms-horn, Thormählen-Werft.
- Schulthes, K., Marine-Baurat a. D., Vertreter der Friedr. Krupp A.-G., Berlin-Halensee, Kurfürstendamm 97/98.
- Schultz, Alwin, Schiffsmaschinenbau-Ober-<sup>745</sup>ingenieur, Werft von Joh. C. Tecklenborg, Akt.-Ges., Geestemünde.
- Schultz, Arnold, Dipl.-Ing., Kiel, Hamburger Chaussee 103, I.
- Schultz, Heinrich, Dipl.-Ing., Ober-Ing. der Werft von Blohm & Voß, Hamburg, Schlüterstr. 18.
- Schulz, Bruno, Marine-Oberbaurat und Maschinenbau-Betriebsdirektor im Reichsmarineamt, Berlin-Wilmersdorf, Holsteinische Str. 26.
- Schulz, Carl, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg, Claudiusstr. 33.
- Schulz, Carl, Ingenieur, Betriebschef der<sup>750</sup> Kesselschmiede und Lokomotivenfabrik F. Schichau, Elbing, Trettenhof.
- Schulz, Paul, Oberingenieur, Hamburg, An der Alster 32.
- Schulz, R., Direktor, Charlottenburg, Neue Kant-Str. 22.
- Schulz, Rich., Dipl.-Ing., Berlin W. 57, Göbenstraße 14 III.
- Schulze, Bernhard, Ingenieur und Masch.-Inspektor des Germanischen Lloyd, Dortmund, Königswall No. 2.
- Schulze, Fr. Franz, Zentral-Inspektor und<sup>755</sup> Chef der Schiffswerft der 1. k. k. priv. Donau - Dampfschiffahrts - Gesellschaft, Budapest III, hajógyáv.
- Schunke, Geheimer Regierungsrat, Vorstand des Kaiserl. Schiffs-Vermessungsamtes, Charlottenburg, Knesebeckstr. 28.
- Schürer, Friedrich, Marine-Baurat für Schiffbau, Kiel, Esmarchstr. 68 III.
- Schütte, Joh., Geh. Regierungsrat, Professor, Charlottenburg, Steinplatz 2.
- Schwartz, L., Direktor der Stett. Maschinenbau-Akt.-Ges. Vulcan, Hamburg, Heilnigstraße 88.
- Schwarz, Tjard, Geheimer Marine-Baurat<sup>760</sup> u. Schiffbaudirektor, Kiel, Kaiserl. Werft.
- Schwerdtfeger, Schiffbau - Oberingenieur, bei J. W. Klawitter, Danzig-Langfuhr, Große Allee 36.
- Schwerin, Otto, Geheimer Konstruktions-Sekretär im Reichs-Marine-Amt, Berlin-Friedenau, Kaiserallee 108.

- Schwiedeps, Hans, Zivilingenieur und Maschinen-Inspektor, Stettin, Bollwerk 12-14.
- Seide, Otto, Ingenieur, Bremen, Oldesloerstr. 8.
- <sup>765</sup> Seidler, Hugo, Ingenieur, Berlin-Dahlem, Gustav-Meyer-Str., Haus Dreilinden.
- Seifriedsberger, Johann, k. u. k. Maschinen-Oberingenieur 2. Kl., Pola, Marinetechnisches Komitee.
- Severin, C., Oberingenieur, Breslau, Friedrich-Wilhelmstr. 8.
- Sieg, Georg, Marine-Baurat für Maschinenbau, Kiel, Goethestr. 7.
- Sievers, C., Ingenieur, Hamburg, Eppendorfer Weg 107.
- <sup>770</sup> Sievert, Johannes, Schiffbau-Ingenieur, Mönkeberg bei Kiel.
- Simon, Otto, Dipl.-Ing., Hamburg, Abendrothweg 36.
- Skalweit, Dipl.-Ing., Berlin-Wilmersdorf, Mannheimer Str. 32.
- Smitt, Erik, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg, Vulcanwerft.
- Sodemann, Rudolf, Schiffbau-Ingenieur, Wandsbek, Moltkestr. 14.
- <sup>775</sup> Sokol, Hans, Schiffbau-Oberingenieur der k. u. k. österr.-ungar. Kriegsmarine, Pola, K. u. k. Marinetechnisches Komitee.
- Sombeck, C., Oberingenieur d. German Lloyd, Abteilung Elbegebiet, Hamburg, Jordanstr. 51.
- Spangenberg, Adolf, Ingenieur, Essen Ruhr, Dreilindenstr. 70.
- Spies, Marinebaurat für Schiffbau, Reichs-Marine - Amt, z. Z. Wilhelmshaven, Kaiserstr. 108.
- Stach, Erich, Marine-Baurat für Maschinenbau, Elbing, Altst. Grünstr, 7a.
- <sup>780</sup> Stammel, J., Ingenieur, Hamburg, Hansastraße 35, I.
- Stark, Ernst, Ingenieur, Altona, Helenenstraße 27.
- Stauch, Adolf, Dr.-Ing., Oberingenieur und Prokurist der Siemens-Schuckert-Werke, G. m. b. H., Charlottenburg, Kaiserdamm 113.
- Stegmann, Erich, Schiffbau-Ingenieur bei F. Schichau, Elbing, Talstr. 13.
- Steen, Chr., Maschinen-Fabrikant, Elmshorn, Gärtner-Str. 91.
- Steinbeck, Friedr., Ingenieur, Rostock, <sup>785</sup> Georgstr. 14.
- Steinberg, Fritz, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg, Collastr. 5.
- Steiner, F., Schiffbau-Ingenieur, Kiel, Düppelstr. 91.
- Stellter, Fr., Schiffbau-Ing., Kiel, Kaistr. 24.
- Sternberg, A., Geh. Konstr.-Sekretär im R.-M.-A., Berlin-Schöneberg, Hohentausenstr. 67, III.
- Stieghorst, Rechnungsrat im Reichs-Marine-<sup>790</sup> Amt, Berlin-Wilmersdorf, Weimarsche Str. 6.
- Stielau, Richard, Oberlehrer a. D., Hilfsarbeiter im Reichsmarineamt, Charlottenburg, Weimarer Str. 5.
- Stock, Paul, Geh. Konstruktions-Sekretär im Reichs-Marine-Amt, Berlin-Friedenau, Hackerstr. 26.
- Stockhusen, Schiffbau-Ingenieur, Dietrichsdorf b. Kiel, Augustenstr. 10.
- Stöckmann, Otto, Rechnungsrat im R.-M.-A., Berlin NW 87, Gotzkowskystr. 30, I.
- Stoll, Albert, Schiffbau-Ingenieur, Stettin, <sup>795</sup> Langestr. 8.
- Stolz, E., Schiffbau-Direktor, Lübeck, Israelsdorfer Allee 22.
- Strache, A., Marine-Oberbaurat und Maschinenbau-Betriebsdirektor, Kiel, Holtenuer Str. 149.
- Strebel, Carlos, Leiter des Hamburger Zweigbureaus der Atlaswerke, Hamburg, Armgartstr. 28.
- Strehlow, Bernhard, Schiffbau-Dipl.-Ing., Kiel, Exerzierplatz 12.
- Strei, Adolf, Schiffbau-Ingenieur, Elbing, <sup>800</sup> Hindenburgstr. 1.
- Strelow, Waldo, Dipl.-Ing., Schiffs- und Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Heickendorf bei Kiel, Strandweg 151.
- Ströh, Carl, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg, Gneisenastr. 21.
- van der Struyf, J., Oberingenieur der kgl. Niederländischen Marine, Haag, Laan van N. Oost-Indië 222.

- Stülcken, J. C., Schiffbaumeister, i. Fa. H.C.Stülcken Sohn, Hamburg-Steinwärder.
- <sup>805</sup> Süchting, Wilhelm, Dipl.-Ing., Oberingenieur, Hamburg, Blohm & Voß, Sierichstr. 70.
- Süss, Georg, Konstr.-Ingenieur, Hamburg 19, Fruchttallee 121.
- Süss, Peter Ludwig, Ingenieur, Stettin, Gießereistr. 25.
- Süssenguth, H., Marine-Oberbaurat und Schiffbau - Betriebsdirektor, Danzig, Kaiserliche Werft.
- Süssenguth, W., Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Werft von F. Schichau, Elbing.
- <sup>820</sup> Sütterlin, Georg, Oberingenieur der Werft von Blohm & Voß, Hamburg-Blankenese, Schillerstr. 42.
- Täge, Ad., Schiffbau-Oberingenieur, Stettin, Birken-Allee 12, III.
- Techel, H., Oberingenieur der Fried. Krupp A.-G. Germaniawerft, Kiel, Düsternbrook 160.
- Terwiel, Joh., Schiffbaudirektor der Stettiner Oderwerke A.-G., Stettin, Gießereistr. 17.
- Teubert, Wilhelm, Dr.-Ing., Marine-Bau-führer, Kiel, Esmarchstr. 18.
- <sup>825</sup> Teucher, J. S., Oberingenieur b. Burmeister & Wains, Kopenhagen A. N., Hansens-allee 25.
- Thämer, Carl, Geh. Marine-Baurat und Maschinenbau-Direktor, Danzig-Langfuhr, Hauptstr. 139.
- Thele, Walter, Dr.-Ing., Hamburg 14, Knorrestr. 15.
- Thomas, H. E., Dipl.-Ing., Oberingenieur der Austria-Werft, Wien VII, Sieben-sterngasse 4.
- Thomsen, Peter, Oberingenieur, Cassel, Herkulesstr. 9.
- <sup>820</sup> Tillmann, Max, Dr.-Ing., Hamburg, Petkumstr. 2.
- Titz, Alexander, k. und k. Schiffbau-Ober-ingenieur 1. Kl. in Fiume, Danubiuswerft.
- Tonsa, Anton, k. u. k. General-Maschinen-  
bau-Ingenieur, Vorstand der II. Abteilung  
des k. u. k. Marinetechnischen Komitees,  
Pola.
- Totz, Richard, Vorstand d. techn. Abt. der  
I. k. u. k. priv. Donau-Dampf-Schiff.-Ges.  
u. k. u. k. Mar.-Ober-Ing. d. R., Wien III/2,  
Hintere Zollamts-Str. 1.
- Toussaint, Heinr., Maschinenbau-Direktor,  
Cassel-Wilhelmshöhe, Löwenburgstr. 6.
- Tradt, M., Dipl.-Ing., Oberingenieur der <sup>825</sup>  
Friedr. Krupp A.-G. Germaniawerft Kiel,  
Adolfplatz 14.
- Trautwein, William, Oberingenieur u. Leiter  
der Schiffswerft Gebr. Sachsenberg, Köln-  
Deutz.
- Trigo-Teixeira, Paulo, Schiffbau-Ingenieur,  
Elbing, Königsberger Str. 14.
- Truhlsen, H., Geheimer Baurat, Berlin-  
Friedenau, Wilhelmshöher Str. 7.
- Trümmler, Fritz, Inhaber d. Fa. W. & F.  
Trümmler, Spezialfabrik für Schiffsaus-  
rüstungen usw., Mülheim a. Rh., Wich-  
heimer Str. 1.
- Tuxen, J. C., Schiff- und Maschinenbau- <sup>830</sup>  
Direktor, Orlogsvarftet, Kopenhagen.
- Ulfers, Otto, Marine-Baurat für Schiffbau,  
Kiel, Feldstr. 131, II.
- Ullmann, Th., Dipl.-Ing., Elektrizitätswerk,  
Mitau, Katholische Str.
- Ullrich, J., Zivilingenieur, Hamburg, Stein-  
höft 3, II.
- Unger, Johannes, Schiffbau-Ingenieur,  
Bremen, Doventhornssteinweg 90.
- Uthemann, Fr., Wirkl. Geh. Marine-Baurat, <sup>835</sup>  
Kiel, Feldstr. 125.
- van Veen, J. S., Schiffbau-Direktor der  
Königlich Niederländischen Marine,  
's-Gravenhage, Departement van Marine.
- v. Viebahn, Friedrich Wilhelm, Dipl.-Ing.,  
Prokurist der Daimler Motoren-Gesell-  
schaft, Vorstand der Schiffsmotoren- und  
Marine-Abteilung, Marienfelde b. Berlin,  
Parallelstr. 21, I.
- Vollmer, Franz, Schiffbau-Oberingenieur,  
Stettin, Kronenhofstr. 8.
- Vollrath, Willibald, Dipl.-Ing., Oberingenieur  
der Deutsch-Lux. B. u. H. A.-G., Abt.  
Nordesewerke, Emden, Am Delft 2/3.
- Vos, Bernard, Dipl.-Ing., Blankenese, Bis- <sup>840</sup>  
marckstr. 6.

- Voß, Ernst, i. Fa. Blohm & Voß, Hochkamp bei Kl.-Flottbek, Holstein.
- Voß, Karl, Ingenieur, Warnemünde, Diedrichshager Chaussee 9.
- Vossnack, Ernst, Professor, Berlin-Friedenau, Handjerystr. 17.
- Vrede, Anton, Dipl.-Ing., Kiel, Lornsenstraße 55, ptr.
- <sup>84</sup> Wach, Hans, Dr.-Ing., Obering. d. Friedr. Krupp A.-G. Germaniawerft, Kiel, Düsternbrooker Weg 81.
- Waechter, Franz, Schiffbau-Ingenieur und Sachverständiger der Danziger Handelskammer, Danzig, Kohlmarkt 9.
- Wagner, Heinrich, o. ö. Professor der technischen Hochschule, k. u. k. Schiffbau-Oberingenieur I. Kl. a. D., Wien III, Ungargasse 27.
- Wagner, Rud., Dr. phil., Schiffsmaschinen-Oberingenieur, Hamburg, Bismarckstr. 105.
- Wahl, Gustav, Schiffbau-Oberingenieur, Hamburg 26, Griesstr. 59, hochptr.
- <sup>850</sup> Wahl, Herm., Marine-Baurat, Berlin W, Steglitzer Str. 36.
- Waldmann, Ernst, Dr.-Ing., Privatdozent, Hamburg, Winterhude, Sirichstr. 30.
- Walter, M., Schiffbau-Direktor, Bremen, Nordd. Lloyd, Zentralbureau.
- Walter, J. M., Ingenieur und Direktor Berlin NW, Alt-Moabit 108.
- Walter, W., Schiffbau-Ingenieur, Grabow a. O., Blumenstr. 20/21.
- <sup>855</sup> Wandel, F., Schiffsmaschinenbau-Ingenieur i. Fa. F. Schichau, Elbing, Friedrich-Wilhelm-Platz 16.
- Wandesleben, Dipl.-Ing., Essen-Ruhr, Zweigertstr. 2.
- Weber, Heinrich, Dipl.-Ing., Kaiserl. Marinebaumeister, Kiel, Moltkestr. 60.
- Weedermann, E. J., Schiffbaumeister, Flensburg, Ecke Schiffbrücke und Herrnstallstraße 19.
- Wegener, Max, Marine-Baurat, Berlin-Wilmersdorf, Konstanzer Straße 50.
- <sup>860</sup> Weichardt, Marinebaurat für Maschinenbau, Kiel, Feldstr. 78.
- Weidehoff, Georg, Dipl.-Ing., Berlin NW 52, Paulstr. 23, III.
- Weiss, Georg, Regierungsrat, Grunewald, Erdenerstr. 3.
- Weiß, Leonhard, k. u. k. Maschinenbau-Oberingenieur III. Kl., Berlin NW. 40, Moltkestraße 1.
- Weiss, Otto, Ingenieur, Berlin W 30, Heilbronner Str. 10.
- Weitbrecht, Dr.-Ing., stellvertr. Direktor, <sup>865</sup> Stettin, Vulcanwerft.
- Wellmann, Max., Ingenieur, Altona-Elbe, Langenfelderstr. 45, I.
- Wencke, F.W., Schiffbau-Ingenieur, Hamburg, Alsterdamm, Salmon Packing Co.
- Wendenburg, H., Marinebaurat a. D., Schiffbaudirektor der A.-G. Weser, Bremen, Hohenlohestr. 11a.
- Werneke, Paul, Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Mannheim, Körnerstr. 32.
- Werner, Franz, Dr.-Ing., Marine-Baurat für <sup>870</sup> Schiffbau, Kiel, Esmarchstr. 53.
- Westphal, Gustav, Schiffbau-Ingenieur, Friedr. Krupp A.-G., Germaniawerft, Kiel-Gaarden, Bellmann-Str. 15.
- Wichmann, Fritz, Marine-Schiffbaumeister, Kiel, Feldstr. 144c.
- Wiebe, Ed., Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Werft von F. Schichau, Elbing, Holländer Chaussee 27.
- Wiebe, Th., Schiffsmaschinen-Ingenieur bei Joh. C. Tecklenborg Akt.-Ges., Geestemünde, Deutscher Ring 6.
- Wiegand, V., Ingenieur, Danzig-Langfuhr, <sup>875</sup> Hauptstr. 42.
- Wieler, Ernst, Schiffbau-Ingenieur, Kiel, Düsternbrooker Weg 16.
- Wiemann, Paul, Ingenieur und Werftbesitzer, Brandenburg a. H.
- Wiesinger, W., Geheimer Marine-Baurat und Schiffbaudirektor a. D., Kiel, Düppelstraße 23.
- Wiesinger, W., Marinebaurat für Schiffbau, Charlottenburg - Westend, Kastanienallee 33.
- Wigand, Albert, Dipl.-Ing., Berlin-Schmar- <sup>880</sup> gendorf, Helgolandstr. 3.
- Wigankow, Franz, Fabrikant, Berlin-Westend, Karolingerplatz 3.
- Wigelius, Beratender Ingenieur des Motorenbaues, Gothenburg, Götaverken.

- Wiking, And. Fr., Schiffbau-Ingenieur, Stockholm, Folkungagatan 141.
- Willemsen, Friedrich, Schiffbau-Ingenieur und Besichtiger des Germanischen Lloyd, Düsseldorf, Kaiser-Wilhelm-Str. 38.
- <sup>885</sup> William, Curt, Marine-Oberbaurat und Maschinenbau-Betriebsdirektor, Wilhelmshaven, Prinz-Heinrich-Str. 39.
- Wilson, Arthur, Schiffbau - Oberingenieur, Stettin, Dürerweg 35.
- Wimplinger, A., Dipl.-Ing., Aachen, Arndtstraße 26.
- Winter, M., Oberingenieur, Klein-Flottbek b. Altona, Wilhelmstr. 7.
- Wippern, C., Inspektor des Norddeutschen Lloyd, Bremerhaven.
- <sup>890</sup> Witetzki, Albert, Ingenieur, Elbing, Königsberger Str. 114.
- Witte, Gust. Ad., Schiffbau-Ingenieur, Werft von Heiner Brandenburg, Blankenese, Strandweg 86.
- Wittmaak, H., Dipl.-Ing., techn. Hilfsarbeiter im Reichs-Marine-Amt, Berlin-Zehlendorf, Schützstr. 45.
- Wittmann, Wilhelm, Marinebaurat für Maschinenbau, Danzig-Langfuhr, Friedenssteg 5.
- Wolff, Friedrich, Schiffbau-Ingenieur, Neumühlen-Dietrichsdorf (Holstein), Markt 3.
- <sup>895</sup> Worsoe, W., Ingenieur, Germaniawerft Kiel-Gaarden.
- Wrobbel, Gustav, Dipl.-Ing., Hamburg, Bismarckstr. 82.
- Wulff, D., Ober-Inspektor der D. D. Ges., Hansa, Bremen, Altmann-Str. 34.
- Wurm, Erich, Marine-Maschinenbaumeister, Wilhelmshaven, Prinz-Heinrich-Str. 47.
- Wustrau, H., Marinebaurat für Schiffbau, Berlin W10, Reichs-Marine-Amt, Königin-Augusta-Str. 38—42.
- <sup>900</sup> Wys, Fr. S. C. M., Oberingenieur der Königl. Niederländischen Marine, Helder.
- Zeise, Alf., Senator, Ingenieur und Fabrikbesitzer, i. Fa. Theodor Zeise, Altona-Othmarschen, Margarethenstr. 43.
- Zeiter, F., Professor an den technischen Lehranstalten, Bremen, Bülowstr. 22.
- Zeitz, Direktor, Berlin-Steglitz, Johanna-Steegen-Str. 19.
- Zelle, Otto, Oberingenieur der Militär-Minen-Direktion, Aley, Libanon, Türkei.
- Zeltz, A., Schiffbau-Direktor a. D., Bremen, <sup>905</sup> Olbers-Str. 12.
- Zetzmann, Ernst, Schiffbau-Direktor der Fried. Krupp A. - G. Germaniawerft, Kiel, Reventlow-Allee 24.
- Zeyhs, Georg, Edgar, Dipl.-Ing., Stellv. Leiter der Hamburgischen Schiffbau - Versuchsanstalt, Hamburg 23, Eilbecktal 2.
- Zickerow, Karl, Schiffb.-Oberingenieur bei der Lübecker Maschinenbau-Ges., Lübeck, Schönböckener Str. 24.
- Ziegelasch, Dipl.-Ing., Direktor d. J. Frerichs & Co. Aktiengesellschaft, Nordenhamm, Vinnenstr. 61.
- Ziehl, Emil, Direktor, Berlin-Weißensee, <sup>910</sup> Wölckpromenade 5.
- Ziliax, Richard, Schiffbau-Ingenieur, Vegesack b. Bremen, Bahnhofstr. 34.
- Zimmer, A. H. A., Ingenieur, i. Fa. J. H. N. Wichhorst, Hamburg, Arningstr.
- Zimmermann, Erich, Marine-Schiffbau-meister, Wilhelmshaven-Rüstringen, Holtermannstr. 17 I.
- Zimnic, Josef Oscar, k. und k. Maschinenbau-Oberingenieur des Ruhestandes, Direktor der Firma Ganz & Co. Danubius, Maschinen-, Waggon- und Schiffbau-A.-G., Budapest, Kőbányai-ut 31.
- Zirn, Karl A., Direktor der Schiffswerft und <sup>915</sup> Maschinenfabrik vorm. Janßen & Schmilinsky A.-G., Hamburg, Hochallee 119, II.
- Zöpf, Th., Schiffsmaschinenbau - Ingenieur der Schiffswerft Böcker & Co., Riga.
- Züblin, Carl, Dipl.-Ing., Bürochef der Abt. Maschine, Norddeutscher Lloyd, Bremerhaven, Bogenstr. 17.

## 5. Mitglieder.

## a) Lebenslängliche Mitglieder:

- Arnhold, Eduard, Geheimer Kommerzienrat, Berlin W, Französische Str. 60/61.
- v. Bardeleben, Dr., Professor Berlin W. 15, Kurfürstendamm 63.
- <sup>920</sup> Bergmann, Sigmund, Geh. Baurat, Generaldirektor der Bergmann - Elektr. - Werke, Berlin N 65, Oudenarder Str. 23—32.
- Biermann, Leopold O. H., Künstler, St. Magnus bei Bremen, Hoher Kamp.
- v. Bodenhausen-Degener, Frhr., Mitglied des Direktoriums der Fried. Krupp A.-G., Essen, Ruhr.
- v. Borsig, Ernst, Kommerzienrat und Fabrikbesitzer, Berlin N 4, Chausseestr. 6.
- Boveri, W., i. Fa. Brown, Boveri & Cie., Baden (Schweiz).
- <sup>925</sup> Brüggmann, Wilh., Kommerzienrat, Hüttenbesitzer und Stadtrat, Dortmund, Bornstr. 23.
- Buchloh, Hermann, Reeder, Mülheim-Ruhr, Friedrichstr. 26.
- Cassirer, Hugo, Dr. phil., Chemiker und Fabrikbesitzer, Berlin-Westend, Branitzerplatz 6.
- Claussen, Carl Fr., Kaufmann, Gr. Flottbek-Othmarschen, Dürerstr. 8.
- Edey, Alf., i. Fa. Rob. M. Sloman jr., Hamburg, Baumwall 3.
- <sup>930</sup> Fehlert, Carl, Dipl.-Ing. und Patentanwalt, Berlin SW 61, Belle-Alliance-Platz 17.
- Flohr, Carl, Kommerzienrat und Fabrikbesitzer, Berlin N 4, Chausseestr. 35.
- Forstmann, Erich, Kaufmann, i. Fa. Schulte & Schemmann und Schemmann & Forstmann, Hamburg, Neuburg 12.
- v. Guillaume, Arnold, Kommerzienrat, Köln, Sachsen-Ring 73.
- v. Guillaume, Max, Kommerzienrat, Köln, Apostelnkloster 15.
- <sup>935</sup> Gutjahr, Louis, Kommerzienrat, Generaldirektor d. Badischen A.-G. f. Rheinschiffahrt u. Seetransport, Antwerpen.
- Harder, Hans, Ingenieur, Wannsee, Walthari-Str. 34.
- Heckmann, G., Königl. Baurat u. Fabrikbesitzer, Berlin W 62, Maaßen-Str. 29.
- Heß, Henry, Ingenieur, 928 Witherspoon Building, Philadelphia, Pa. U. S. A.
- von der Heydt, August, Freiherr, Generalkonsul und Kommerzienrat, Elberfeld.
- Huldschinsky, Oscar, Fabrikbesitzer, <sup>940</sup> Berlin W 10, Matthäikirch-Str. 3a.
- Jacobi, C. Adolph, Konsul, Bremen, Osterdeich 61.
- Jercke, Otto, Direktor, Wien I, Franz-Josefs-Kai 7—9.
- Johnson, Axel Axelsen, General-Konsul, Stockholm, Wasagatan 4.
- Kannengießler, Louis, Geh. Kommerzienrat und Württembergischer Konsul, Mülheim a. d. Ruhr.
- Karcher, Carl, Reeder, i. Fa. Raab, Karcher <sup>945</sup> & Co., G. m. b. H., Mannheim P. 7. 15.
- Kessler, E., Direktor der Mannheimer Dampfschiffahrts-Gesellschaft, Mannheim, Parkring 27—29.
- Kiep, Johannes N., Kaiserl. Deutscher Konsul a. D., Ballenstedt-Harz, Haus Kiep.
- Krupp von Bohlen und Halbach, Dr. phil., Kaiserlicher außerordentlicher Gesandter und bevollmächtigter Minister, Essen-Ruhr, Villa Hügel.
- Küchen, Gerhard, Kommerzienrat, Mülheim a. d. Ruhr.
- v. Linde, Carl, Dr., ~~Dr.-Ing.~~, Geheimer Hof- <sup>950</sup> rat, Professor, Thalkirchen bei München.
- Loesener, Rob. E., Schiffsreeder, i. Fa. Rob. M. Sloman & Co., Hamburg, Alter Wall 20.
- Märklin, Ad., Kommerzienrat, Haus Nußberg b. Niederwalluf, Rheingau.
- Meister, C., Direktor der Mannheimer Dampfschiffahrts-Gesellschaft, Mannheim.
- Meuthen, Wilhelm, Direktor der Rheinschiffahrts - Aktien - Gesellschaft vorm. Fendel, Godesberg b. Bonn a. Rhein.
- Moleschott, Carlo H., Ingenieur, Konsul der <sup>955</sup> Niederlande, Rom, Via Volturmo 58.

- Monfort, Jos., Ingenieur und Maschinenfabrik-Besitzer, M.-Gladbach.
- v. Oechelhaeuser, Wilh., Dr.-Ing., Generaldirektor, Dessau.
- Oppenheim, Franz, Dr. phil., Fabrikdirektor, Wannsee, Friedrich-Carl-Str. 24.
- Pahl, Hans, Fabrikbesitzer, Düsseldorf, Malkastenstr. 5.
- <sup>960</sup> Pekrun, Hermann, Ingenieur und Fabrikbesitzer, Coswig in Sachsen.
- Pfeiffer, W., Kgl. Kommerzienrat, Düsseldorf, Hofgartenstraße 12a.
- Pintsch, Albert, Fabrikbesitzer, Berlin O, Andreasstr. 72/73.
- Ravené, Geheimer Kommerzienrat, Dr. phil., Berlin C, Wallstr. 5—8.
- Ravené, Peter, Louis, Prokurist der Ravené'schen Firmen, Berlin W 10, Margaretenstr. 17.
- <sup>965</sup> Rickmers, P., Generaldirektor der Rickmers Reederei & Schiffbau A.-G., Bremerhaven.
- Riedler, A., Dr., Geh. Regierungsrat und Professor, Charlottenburg, Königl. Techn. Hochschule.
- Rinne, H., Mitglied des Vorstandes der Mannesmannröhren-Werke, Düsseldorf, Huckingen (Rhein).
- Roer, Paul G., Weimar, Bismarckplatz 3.
- Rosenbaum, Bruno, Dipl.-Ing., Berlin-Dahlem, Miquelstr. 34.
- <sup>970</sup> Rottgardt, Karl, Dr., Geschäftsführer, Berlin-Lichterfelde, Manteuffelstr. 23 a.
- Scheld, Theodor Ch., Technischer Leiter der Firma Th. Scheld, Hamburg 11, Elbhof.
- Schnoos, Eugen, Direktor, Stettin, Keddigstr. 5.
- Selve, Walter, Fabrikant und Rittergutsbesitzer, Altena i. W., Villa Altenburg.
- v. Siemens, Wilh., Geheimer Regierungsrat, Dr.-Ing., Berlin-Siemensstadt.
- Sieveking, Alfred, Dr. jur., Rechtsanwalt, <sup>975</sup> Hamburg, Feldbrunnenstr. 13.
- Sinell, Emil, Ingenieur, Berlin-Halensee, Kurfürstendamm 146.
- von Skoda, Karl, Freiherr, Ing., Pilsen, Ferdinand-Str. 10.
- Sloman, Fr. L., i. Fa. F. L. Sloman & Co., z. Z. Berlin W. 50, Geisbergstr. 21 II.
- Smidt, J., Konsul, Kaufmann, in Fa. Schröder, Smidt u. Co., Bremen, Söge-Str. 15 A.
- Stahl, H. J., Dr.-Ing., Kommerzienrat, <sup>980</sup> Düsseldorf, Ost-Str. 10.
- Stangen, H., Kgl. Kommerzienrat, Berlin W 10, Tiergartenstr. 34 a.
- Stinnes, Gustav, Kommerzienrat, Reeder, Mülheim a. Ruhr.
- Temmler, Hermann, Fabrikbesitzer, Mannheim.
- Traun, H. Otto, Fabrikant, Hamburg, Meyerstraße 60.
- Ulrich, R., Verwaltungs-Direktor des Germanischen Lloyd, Berlin NW, Alsenstr. 12.
- Wille, Eduard, Fabrikant, Cronenberg (Rhld.), Herichhauser Str. 30.
- Wille, Emil, Fabrikant, Cronenberg (Rhld.), Hauptstr.
- Woermann, Ed., Konsul und Reeder, i. Fa. C. Woermann, Hamburg, Gr. Reichenstr. 27.

*b) Ordnungsmäßige Mitglieder:*

- Abé, Rich., Betriebsdirektor bei Friedr. Krupp, Annen (Westf.), Steinstr. 27.
- <sup>990</sup> Ach, Narziß, Dr. phil., Universitäts-Professor, Königsberg, Universität.
- v. Achenbach, Königl. Landrat, Berlin W 10, Viktoriastr. 18.
- Achgelis, Gustav, Ingenieur u. Fabrikbesitzer, Geestemünde, Dockstr. 9.
- Ahlborn, Friedrich, Dr. phil., Professor, Oberlehrer, Hamburg 22, Uferstr. 23.
- Ahlers, Karl, Kaufmann und Reeder, Bremen, Holzhafen.
- Ahlfeld, Hans, Oberingenieur der A. E. G., <sup>995</sup> Kiel, Hohenbergstr. 17.
- Amsinck, Arnold, Vorsitzender des Vorstandes der Woermann-Linie A.-G. und der Deutschen Ost-Afrika-Linie, Hamburg, Afrikahaus.
- Amsinck, Th., Direktor der Hamburg-Süd-amerikan. Dampfschiffahrts-Gesellschaft, Hamburg, Holzbrücke 8, I.
- Anger, Paul, Oberingenieur, Kiel, Beselerallee 59a.



- Anrecht, Heinrich, Oberingenieur, Dessau, Joachim-Ernststr. 23.
- <sup>1000</sup> Ansoerge, Martin, Ingenieur, Berlin-Wilmersdorf, Nikolsburger Str. 6.
- Appel, Paul, Dipl.-Ing., Kiel, Feldstr. 71.
- Appelqvist, J. A., Direktor der Stockholmer Transport- und Bogserings A. B., Stockholm, Stadsgarden 14/16.
- Archenhold, F. S., Dr., Direktor der Trep-tower Sternwarte, Berlin-Treptow, Sternwarte.
- v. Arnim, V., Admiral, à la Suite des See-offizierkorps, Exzellenz, Kiel.
- <sup>1005</sup> Arp, H. F. C., Reeder, Hamburg, Mönckebergstr., Haus Roland.
- Asbeck, G., Direktor, Düsseldorf-Rath, Wahlerstraße 34.
- v. Asbóth, Emil, Professor, Budapest, meneri ut 65
- Asthöwer, Walter, Dr.-Ing., Direktions-assistent b. d. Deutsch-Luxemburgischen Bergwerks- und Hütten-Akt-Ges., Abteilung Union, Dortmund, Friedenstr. 25.
- Auerbach, Erich, Prokurist, Berlin NW 52, Rathenower Str. 6.
- <sup>1010</sup> Aufhäuser, Dr. phil., beeidigter Handels-chemiker, Charlottenburg, Hardenbergstraße 24.
- Avé-Lallemant, Hans, Prokurist der Vulkanwerke, Stettin, Grassmannweg 9.
- Axelrad, H. E., Dipl.-Ing., Berlin-Wilmersdorf, Paulsborner Str. 90.
- von Bach, C., Dr.-Ing., Staatsrat, Professor a. d. Technischen Hochschule in Stuttgart, Stuttgart, Johannesstr. 53.
- Bahl, Johannes, Oberingenieur, Nonnendamm b. Berlin, Nonnendamm-Allee 82.
- <sup>1015</sup> v. Bailer, Dr.-Ing. h. c., Berlin W. 15, Brengenger Str. 3.
- Ballin, Dr.-Ing., General-Direktor der Hamburg-Amerika-Linie, Hamburg, Alsterdamm 25.
- Baltzer, Friedrich, Oberingenieur, Berlin NW 52, Calvinstr. 14, II.
- Balz, Ludwig, k. k. Kommerzialrat, Wiener Neustadt, Lokomotivfabrik.
- Bandtke, Hugo, Dipl.-Ing., Vegesack, Grenzstraße 6.
- Banner, Otto, Dipl.-Ing., Chief-Engineer, <sup>1020</sup> Ingersoll-Rand Co., Easton, Pa; College Hill, Burkestr. 103.
- Banning, Heinrich, Fabrikdirektor, Hamm i. Westf., Moltkestr. 7.
- Barckhan, Paul, Kaufmann, Bremen, Albutenstraße 1a.
- Bartels, Georg, Direktor der Land- und Seekabelwerke, Aktiengesellschaft, Köln-Nippes, Riehlerstr. 52.
- Bartling, W., Kapitän, Vorstand der naut. Abt. d. Nordd. Lloyd, Bremen.
- Bartsch, Carl, Direktor des „Astillero- <sup>1025</sup> Behrens“, Valdivia, Chile.
- Baumann, M., Walzwerks-Chef, Burbach a. S. Hochstr. 17.
- Becker, B. R., Fabrikdirektor, Altona, Othmarschen, Cranachstr. 53.
- Becker, Erich, Fabrikbes., Berlin-Reinickendorf-Ost, Graf Roedern-Allee 18—24.
- Becker, J., Fabrikdirektor, Kalk b. Köln a. Rh., Kaiserstr. 9.
- Becker, Julius Ferdinand, Schiffbau-Ingenieur, <sup>1030</sup> Glücksburg (Ostsee).
- Becker, Julius, Obering. d. Fa. Friedr. Krupp, A.-G., Essen-Ruhr, Hohenzollernstr. 22.
- Becker, Theodor, Oberingenieur, Berlin NO 18, Elbinger Str. 14.
- Beckh, Georg Albert, Kommerzienrat und Inhaber der Mammutwerke, Nürnberg, Ludwig-Feuerbach-Str. 75.
- Beckh, Otto, Dipl.-Ing. und Oberingenieur, Nürnberg, Hessestr. 10.
- Beckmann, Dr., Ober-Ing. d. Accumulatoren- <sup>1035</sup> Fabrik A. G., Zehlendorf b. Berlin, Beeren-Str. 2.
- Beckmann, Erich, Dr.-Ing., Professor der Techn. Hochschule, Hannover, Oeltzenstraße 19.
- Beeken, Hartwig, Kaufmann, i. Fa. D. Stehr, Hamburg 9, Vorsetzen 53.
- Beikirch, Franz Otto, Direktor der Firma Gruson & Co., Magdeburg-Buckau, Feldstraße 37/43.
- Belitz, Georg, Redakteur des „Wassersport“, Berlin, Friedrichstr. 239.
- Bendemann, F., Dr.-Ing., Professor, Di- <sup>1040</sup> rektor, Berlin-Tempelhof, Kaiserkorso 67.

- Benkert, Hermann, Direktor, Harburg a. E., Pferdeweg 46.
- Berg, Fritz, Hüttendirektor, Engers a. Rh., Concordiahütte.
- Bergmann, Otto, Maschb.-Ingenieur, Kiel, Schützenwall 65.
- Bergner, Fritz, Geschäftsführer der Temper- und Stahl-Gießerei August Engels, Velbert, Rhld., Hohenzollernstr. 42.
- <sup>1045</sup> Bernhardt, Paul, Oberingenieur, Erkelenz, Bahnstr. 50.
- Bernigshausen, F., Direktor, Berlin W 15, Kurfürstendamm 132.
- Bertens, Eugen, Ingenieur der Chilenischen Kriegsmarine, Dique de Carena, Talcahuano, Chile.
- Bier, A., Amtlicher Abnahme-Ingenieur, St. Johann a. d. Saar, Göthestr. 6.
- Bierans, S., Ingenieur, Bremerhaven, Sielstraße 34, I.
- <sup>1050</sup> Bierwes, Heinrich, Vorstand der Mannesmann-Röhrenwerke, Düsseldorf, Pempelforter Str. 29.
- Blomberg, Hjalmar, Generaldirektor d. Stockholmer Rederiaktiebolag „Svea“, Stockholm.
- Blum, E., Fabrikdirektor, Berlin S 42, Ritterstraße 12.
- Blumenfeld, Bd., Kaufmann und Reeder, Hamburg, Dovenhof 77/79.
- Böcking, Rudolph, Geheimer Kommerzienrat, Halberghütte b. Brebach a. d. Saar.
- <sup>1055</sup> Bode, Alfred, Direktor, Hamburg, Lenhartzstraße 13.
- v. Bodenhausen, Freiherr, Exzellenz, Vice-Admiral z. D., Gr. Lichterfelde W., Theklastraße 8.
- Bögel, W., Hüttendirektor, i. Fa. Henschel & Sohn, Abt. Henrichshütte, Hattingen-Ruhr.
- Böger, M., Vorstandsmitglied der Deutsch-Australischen Dampfschiffs-Gesellschaft, Hamburg, Trostbrücke 1, Laeiszhof.
- Bohn, Friedrich, Fabrikbesitzer, Kiel, Düppelstraße 27.
- <sup>1060</sup> Bohn, Karl, Ingenieur und Prokurist, Kiel, Deliusstr. 27/28.
- Böker, M., G., Technischer Direktor, Remscheid, Marienstr. 11.
- Boner, Franz A., Dr. jur., Dispacheur, Bremen, Börsen-Nebengebäude 24.
- v. Born, Theodor, Korvetten-Kapitän a. D., Düsseldorf, Hopfgartenstr. 12.
- v. Borsig, Conrad, Geh. Kommerzienrat und Fabrikbesitzer, Tegel, Veit-Str. 17.
- Bothe, W., Schiffsingenieur, Swinemünde, <sup>1065</sup> 3. Handels-Schutzflotte.
- Böttcher, A., Direktor der deutschen Maschinenfabrik, A.-G. Duisburg; Berlin-Zehlendorf West, Forsstr. 27.
- Böttcher, Karl, Oberingenieur, Duisburg, Mülheimer Str. 82.
- Braumüller, Walter, Regierungsrat, Kiel.
- Bramslöw, F. C., Reeder, Hamburg, Admiraltätsstr. 33/34.
- Brand, Robert, Fabrikant, Remscheid-Hasten, <sup>1070</sup> Eberhardstr. 59.
- Brandt, M., Fabrikdirektor, Weingarten in Württemberg, Schloßstr. 5.
- Brandenburg, Jacob, Oberingenieur der Gutehoffnungshütte, Sterkrade, Rheinland.
- Braun, Harry, Dipl.-Ing. u. Mitbes. d. Werkzeugmaschinen-Fabrik u. Eisengießerei J. C. Braun, Reichenbach i. Vogtl.
- Braun, Franz, Dr. phil., Direktor der Hartmann & Braun A.-G., Frankfurt a. M., Königstr. 97.
- Bredow, Hans, Direktor d. Ges. f. drahtl. <sup>1075</sup> Telegraphie, Berlin SW 61 Tempelhofer Ufer 9.
- v. Breitenbach, Exzellenz, Staatsminister u. Minister der öffentl. Arbeiten, Berlin W 66, Wilhelm-Str. 79.
- Bresina, Richard, Fabrikdirektor, Berlin W 15, Württembergische Str. 27/28.
- Bresser, Carl, Vertreter der Akt.-Ges. Charlottenhütte und der Preß- und Walzwerk-Akt. Ges. Reisholz, Berlin-Wilmersdorf, Landauer Str. 6.
- Bretschneider, Paul, Kaiserl. Rat, Direktor der Oest. Fiat-Werke A.-G., Wien XVIII, Haizingerg. 47.
- Bretz, Hermann, Ingenieur, Berlin-Lichter- <sup>1080</sup> felde, Lorenzstr. 6.
- Brieger, Heinrich, Kaufmann, Hamburg, Ferdinandstr. 63, I.
- Brinker, R., Marine-Stabsingenieur, Kiel, Wrangelstr. 36.
- Brinkmann, Gustav, Ingenieur u. Fabrikbesitzer, Witten-Ruhr, Gartenstr. 7.

- Brohm, Walter, Dipl.-Ing., Oberleutnant im Eisenbahn-Rgt. Nr. 2, Hanau.
- 1085 Broström, Dan, Schiffsreeder, Göteborg.
- Bröckelmann, Ernst, Generaldirektor a. D., Kiel, Schauenburger Str. 79/81.
- Bruhn, Bruno, Dr. phil., Direktor der Friedr. Krupp A.-G., Essen a. d. Ruhr.
- Brunner, Karl, Ingenieur, Neckargmünd, Bahnhofstr. 62.
- Bruns, Hans, Dipl.-Ing., Obertürkheim in Württemberg.
- 1090 Brussatis, Reinhold, Marine - Baumeister, Kiel, Steinstr. 26, I.
- Bub, Fritz, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg, Malzweg 3, II.
- Buchmann, E., Dr. der Staatswissenschaften, Berlin W 30, Landshuter Str. 17, III.
- Budde, H., Ingenieur, Bremen, Osterthorsteinweg 95.
- Bühning, John Charles, Fabrikant, Hamburg 1, Sfelding-Str. 21.
- 1095 Bündgens, Franz, Vizekonsul, Fabrikbesitzer, Kiel, Niemannsweg 137.
- Burchard, Carl, Fabrikbesitzer, Hamburg 22, Richardstr. 52.
- Burgmann, Robert, Dr.-Ing., Inhaber der Asbest-Werke Feodor Burgmann, Dresden-A., Borsbergstr. 6.
- Burmeister, Joh., Marine - Oberstabs - Ing. a. D., Marienfelde b. Berlin, Adolfstr. 81.
- Busch, Jacob, Ingenieur, Berlin NW 23, Bundesratsufer 4.
- 1100 Buschfeld, Wilh., Direktor, Kiel, Esmarchstraße 12—14.
- Buschow, Paul, Ingenieur, General-Vertreter von A. Borsig-Tegel, Hannover-Kleefeld, Kantplatz 6.
- Busse, Otto, Dr. phil., Direktor, Hettstedt im Südharz, Bahnhofstr. 46.
- Bütow, Emil, Ingenieur, Hamburg, Deichstraße 29.
- Büttner, Dr. Max, Ingenieur, Berlin W 15, Schaperstr. 19.
- 1105 Buz, Richard, Kommerzienrat, Direktor der Masch.-Fabr. Augsburg-Nürnberg A.-G. Augsburg.
- Calmon, Generaldirektor, Asbest- und Gummiwerke, Akt.-Ges., Hamburg.
- Cantiény, Georg, Dipl.-Ing., Abteilungschef d. Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, Nürnberg, Folgerstr. 17.
- v. Capelle, Admiral und Staatssekretär des Reichs-Marineamts, Exzellenz, Berlin W 10, Königin-Augusta-Str. 38/42.
- Caspary, Emil, Dipl.-Ing., Marienfelde bei Berlin.
- Caspary, Gustav, Ingenieur, Marienfelde bei Berlin.
- Castiglioni, C., Gen-Direktor, Kom.-Rat, Wien III. Schwarzenbergplatz 5.
- Cellier, A., Schiffsmakler, Hamburg, Gröningerstr. 24/25.
- Christen, Oskar, Oberingenieur und Vorstand der Gußstahlfabrik Witkowitz-Eisenwerk in Mähren.
- Christink, Bernh., Dipl.-Ing., Lehe-Hannover, Hafenstr. 143.
- Claussen, C. H., Kaufmann, Hamburg, 1115 Meridianstr. 7.
- Clouth, Max, Fabrikant, Köln - Nippes, Niehlerstr. 93.
- Collaredo-Mannsfeld, Graf Hieronymus, Linienschiffs-Leutnant, Österr. Ung. Mar.-Attaché, Berlin W, Tiergartenstr. 14.
- Cropp, Johs., Direktor der deutschen Schifffahrts-Gesellsch. „Kosmos“, Hamburg 39, Willistr. 33.
- Cruse, Hans, Dr., Ingenieur, Berlin W 50, Geisbergstr. 29.
- Dahl, Hermann, Ingenieur und Direktor der 1120 Gesellschaft für moderne Kraftanlagen, Berlin W 62, Maaßenstr. 37.
- Dahlström, Axel, Direktor der Reederei Akt.-Ges. von 1896, Hamburg, Steinhöft 8-11, Elbhof.
- Dahlström, H. F., Direktor d. Nordd. Bergungs-Vereins, Hamburg, Neß 9, II.
- Dahlström, F. W. A., Direktor der Reederei Aktien-Gesellschaft von 1896, Hamburg, Feldbrunnenstr. 42.
- Dahlström, W., Rechtsanwalt, Hamburg 14, Hoheweide 4.
- Dallmer, Paul, Direktor der Krefelder Stahl- 1125 werke, Akt.-Ges., Berlin W, Kaiserallee 16.
- v. Dapper - Saalfels, Carl, Dr. med., Professor, Geheimer Medizinalrat, Bad Kissingen.

- Deichsel, A., Kommerzienrat, Myslowitz O.-S.
- Delbrück, Dr., Preuß. Staatsminister, Staatssekretär des Innern, Exzellenz, Berlin W 64, Wilhelmstr. 74.
- Deutsch, Felix, Geh. Kommerzienrat, Direktor d. A. E. G., Berlin NW 40, Friedrich-Karl-Ufer 2-4.
- <sup>1130</sup> Dexheimer, G., Dr. Oberingenieur, Spandau, Schönwalder Allee 73.
- Dieckhaus, Jos., Kommerzienrat, Fabrikbesitzer und Reeder, Papenburg a. Ems.
- v. Diederichs, Korvetten-Kapitän z. D., Berlin W 10, Königin-Augusta-Str. 38/42.
- Diederichs, Direktor der Norddeutschen Seekabelwerke A.-G., Bremen, Parkallee 44a.
- Diederichsen, G., jr., Schiffsreeder, i. Fa. M. Jepsen, Hamburg-Reichenhof, Klosterallee 11.
- <sup>1135</sup> Diederichsen, H., Schiffsreeder, Kiel.
- Dieterich, Georg, Direktor, Berlin-Halensee, Kurfürstendamm 103/4.
- Dietrich, Otto, Fabrikbesitzer, Charlottenburg, Potsdamer Str. 35.
- Ditges, Rud., Generalsekretär des Vereins Deutscher Schiffswerften, Berlin W 15, Pfalzburger Str. 85/86.
- Dittmers, Ludwig, Kaufmann, Hamburg, Boltenhof, Admiralitätsstr. 33/34.
- <sup>1140</sup> Dittrich, Reinh., Dipl.-Ing., Wien VI, Wallgasse 39.
- Dodillet, Richard A., Oberingenieur, Berlin W 15, Umlandstr. 43.
- Doden, Friedrich, Dipl.-Ing., Bremen, Bismarckstr. 98.
- Doertelmann, Fried., Reeder, Duisburg.
- Doettloff, Egmont, Dipl.-Ing., Cassel, Rolandstr. 2.
- <sup>1145</sup> Döhne, Ferd., Dr.-Ing., Direktor der Sächs. Masch.-Fabr. R. Hartmann A.-G., Chemnitz, Marschallstr. 30.
- v. Dojmi, Carl, Major a. D., Kaufmann, Hamburg, Gr. Bleichen 31.
- Dolberg, E., Kapitänleutnant S. M. S. „Ostfriesland“.
- Donner, Alfred, Dr.-Ing., Berlin-Friedenau, Niedstr. 7.
- Dörken, Georg, Heinrich, Fabrikbesitzer, i. Fa. Gebr. Dörken, G. m. b. H., Gevelsberg i. W.
- Dörr, W. E., Direktor des Luftschiffbau <sup>1150</sup> Zeppelin, G. m. b. H., Charlottenburg 9, Reichsstr. 5.
- Dransfeld, Wilh. Fr., Kaufmann, Kiel, Hohenbergstr. 17.
- Droht, Alfred, Dipl.-Ing., Patentanwalt, Essen-Ruhr, Cranachstr. 52, I.
- Duncker, Arthur, Assekuradeur, Hamburg, Trostbrücke 1, Laeiszhof.
- Duschka, H., Fabrikant, i. Fa. F. A. Sening, Hamburg 37, Brahmsallee 83.
- Dücker, A., Kapitän, stellv. Direktor der <sup>1155</sup> Woermann-Linie und der Deutschen Ost-Afrika-Linie, Hamburg, Afrikahaus, Gr. Reichenstraße.
- Dümling, W., Kommerzienrat, Schönebeck a. E.
- Düring, Franz, Ingenieur, Arbon (Schweiz).
- Dürr, Ludwig, Zivilingenieur, Icking b. München, Haus Luginsland.
- Düvel, Friedrich, Ingenieur, Nienstedten a. E. b. Hamburg, Grotenkamp 5.
- Eckardt, Max, Baumeister, Hamburg, Ise- <sup>1160</sup>straße 33.
- Ecker, Dr. jur., Direktor der Hamburg-Amerika-Linie, Hamburg, Alsterdamm.
- Eckmann, C. John, Maschinen-Inspektor der Deutsch-Amerikan. Petrol.-Ges., Hamburg, Neuer Jungfernstieg 21.
- Ehlers, Otto, Oberingenieur, Stettin, Schillerstr. 11.
- Ehlers, Paul, Dr. jur., Rechtsanwalt, Hamburg, Adolphsbrücke 4.
- Ehrensberger, E., Dr.-Ing. Dr. phil., Mit- <sup>1165</sup>glied des Direktoriums der Firma Friedr. Krupp, Traunstein, Oberbayern.
- Ehrhardt, August, Direktor der Chem. Fabr. Hönningen, Berlin NW7, Dorotheenstr. 30.
- Eich, Nicolaus, Direktor, Kommerzienrat, Düsseldorf, Sternstraße 38.
- Eichhoff, Professor der Eisenhüttenkunde, zugeteilt dem Ministerium für Handel und Gewerbe, Charlottenburg, Mommsenstraße 57.
- v. Eickstedt, A., Admiral z. D., Exzellenz, Kiel, Bartels Allee 18.
- Eigenbrodt, Reinhard, Generaldirektor der <sup>1170</sup> Deutsch-Luxemb. Bergwerks- u. Hütten-A.-G. Union, Dortmund.

- Eilender, N.**, Dipl.-Ing., Direktor der Stahlwerke Rich. Lindenberg A.-G., Remscheid, Elberfelder Str. 102.
- Eilert, Paul**, Direktor, Hamburg, St. Annen 1.
- v. Einem, George**, Kapitänleutnant a. D., Direktor der Munitionswerke Germania A.-G. Hamburg, Gr.-Flottbeck, Klein-Flottbecker Str. 1.
- Eisermann, Rud.**, Direktor, Berlin-Tempelhof, Saalburgstr.
- <sup>1175</sup> **Ekman, Gustav**, Ehrendoktor, Göteborg, Mek. Werkstad.
- Ellingen, W.**, Ingenieur, Direktor der J. Pohlig A.-G., Köln-Zollstock.
- Emden, Paul, Dr.**, Ober-Ing. der Bergmann-Elektrizitätswerke-A.-G., Abt. für Schiffsturbinen, Berlin NW. 23, Flotowstr. 5.
- Emmerich, Ernst**, Oberingenieur d. Fa. Friedr. Krupp A.-G., Essen-Ruhr, Gußstahlfabrik.
- Emsmann, Kontre-Admiral a. D.**, Charlottenburg 4, Schlüterstr. 26.
- <sup>1180</sup> **Engel, Kontre-Admiral und Oberwerftdirektor**, Wilhelmshaven.
- Engelhard, Arnim**, Ingenieur, i. Fa. Collet & Engelhardt, Offenbach a. M.
- Engelke, Felix**, Direktor, Berlin-Schöneberg, Innsbrucker Str. 42.
- Engelmayer, Otto**, Ingenieur, Berlin-Halensee, Joachim-Friedrich-Str. 25.
- Engels, Hubert, Dr.-Ing.**, Geheimer Rat und Professor, Dresden-A. 24, Kaitzerstraße 16a.
- <sup>1185</sup> **Enström, Axel, Dr. phil.**, Ministerialdirektor, Kgl. Kommerskollegium, Stockholm, Birger Jarlströg. 5.
- Entholt, D.**, Fabrikant, „Union“ Metall-G. m. b. H., Düsseldorf 27, Cölner Straße 193.
- Ermeler, Richard**, Ingenieur, Werkzeugmasch.-Fabrik, Berlin N 20, Schwedenstr. 11.
- Eschenburg, Hermann**, Kaufmann, Lübeck, Am Burgfeld 4.
- Eschholz, Arno**, Dipl.-Ing., Oberingenieur der A. E. G. Hamburg 30, Moltkestr. 49a.
- <sup>1190</sup> **Essberger, J. A.**, Direktor der Elektrizitätsges. für Kriegs- und Handelsmarine, Berlin-Schöneberg, Frh.-v.-Steinstr. 5.
- von Eucken-Addenhausen, Georg**, Exzellenz, Wirklicher Geheimer Rat und Großherzoglich Oldenburgischer Gesandter, Berlin W 15, Kaiserallee 207.
- Eyermann, Wilh.**, beratender Ingenieur, Berlin W. 35, Steglitzer Str. 70.
- Faber, Theodor**, Bergwerksdirektor, Hirschfelde b. Zittau i. Sachsen, Villa Weinberg.
- Fabig, Hermann**, Dipl.-Ing., Direktor der Bonner Maschinen-Fabrik Mönkemöller G. m. b. H., Hamburg, Isestr. 41, II.
- Fasbender, Heinrich**, Vertreter von Gebr. <sup>1195</sup> Böhler & Co., A.-G., Hamburg, Erenkamp 20.
- Fasse, Ernst**, Ingenieur, Hanseatische Dampfschiffahrts-Gesellschaft, Lübeck.
- Fehling, W.**, Vorstandsmitglied der Woermann-Linie A.-G. und der deutschen Ostafrika-Linie, Hamburg, Afrikahaus, Gr. Reichenstr.
- Fendel, Fritz**, Direktor der Rheinschiffahrt-Aktiengesellschaft vorm. Fendel, Mannheim, Hafenstr. 6.
- Ferber, Const.**, Fregatten-Kapitän a. D., Berlin W 30, Habsburger Str. 10, III.
- Fischbeck, Norman**, Fabrikbesitzer, Kiel, <sup>1200</sup> Esmarchstr. 12/14.
- Fischer, Curt, Salomon**, Kommerzienrat, Direktor der Sächsisch-Böhmischen Dampfschiffahrts-Gesellschaft, Dresden-A., Gerichtsstr. 26 II.
- Fischer, Ernst**, Ingenieur, Danzig, Hansaplatz 11.
- Fischer, Heinrich**, Fabrikbesitzer, Stettin, Birkenallee 3a.
- Fitzner, R.**, Fabrikbesitzer, Laurahütte O.-S.
- Fleck, Richard**, Fabrikbesitzer, Berlin N. 4, <sup>1205</sup> Chaussee-Str. 29, II.
- Flender, H. Aug.**, Direktor der Brückenbau-Flender-Act.-Ges., Benrath.
- Flesch, Leo**, Techn. Direktor, Elberfeld, Mittmannstr. 89.
- Flick, Fr.**, Hüttendirektor, Vorstandsmitglied der A.-G. Charlottenhütte in Niederschelden (Sieg).
- Flügger, Eduard**, Fabrikant, Hamburg, Rödingsmarkt 19.

- <sup>1210</sup> Förster, Georg, i. Fa. Emil G. v. Höveling, Hamburg, Steinhöft 3.
- François, H. Ed., Konstrukteur elektrischer Apparate für Kriegs- und Handelsschiffe, Hamburg, Große Bleichen 27, Kaiser-Galerie.
- Franke, Rudolf, Dr., Direktor d. Akt.-Ges. Mix & Genest, Professor a. d. Kgl. Techn. Hochschule, Lankwitz b. Berlin, Luisenstr. 7.
- Freund, Walter, Ingenieur, Direktor der Flexilis-Werke A.-G., Berlin-Wittenau.
- Freywald, Carl, Oberingenieur, Magdeburg, Hallesche Str. 27.
- <sup>1215</sup> Friederici, Carl, Marine-Oberingenieur, Elbing (Westpr.), Schichau-Werft, z. Z. Kiel, Holtenuer Str. 157.
- Friedhoff, L., Bureauvorsteher der Burbacherhütte, Burbach a. Saar.
- Friedländer, Hans, Mitinhaber der Kommandit-Ges. für Hoch-, Tief- und Eisenbetonbauten, Berlin W 50, Spichernstr. 10.
- de Fries, Wilhelm, i. Fa. Wilhelm de Fries & Co., Düsseldorf, Königsplatz.
- Fritz, Heinrich, Oberingenieur, Elbing, Brandenburgstr.
- <sup>1220</sup> Fritze, Joh., Oberingenieur u. Leiter der Marineabteilung der Firma Sachsenwerk, Licht- und Kraft-A.-G., Niedersedlitz.
- Frölich, Fr., Dipl.-Ing., Geschäftsführer des Vereins Deutscher Maschinenbau-Anstalten, Berlin - Charlottenburg 2, Hardenbergstr. 3.
- Frommann, Walter, Fregattenkapitän a. D., Berlin-Schöneberg, Innsbrucker Str. 42.
- Frühling, O., Regierungs-Baumeister, Braunschweig, Löwenwall 14.
- Funck, Carl, Direktor, Berlin-Tempelhof, Kaiser-Korso 69.
- <sup>1225</sup> Gaa, Carl, Direktor der Brown, Boverie & Co. A.-G., Mannheim-Käferthal.
- Gädeke, Vizeadmiral z. D., Kiel, Düvelsbeckerstr. 27.
- Galland, Leo, Ingenieur, Berlin W 15, Kaiserallee 204.
- Galli, Johs., Hüttendirektor a. D., Geheimer Bergrat, Professor für Eisenhüttenkunde a. d. Kgl. Bergakademie Freiberg i. Sa.
- Ganssaugé, Paul, Prokurist der Firma F. Laeisz, Hamburg, Trostbrücke 1.
- Garbe, Robert, Dr.-Ing., Geheimer Baurat, <sup>1230</sup> Berlin-Gartenstadt Frohnau, Markgrafensstraße und Berlichingen - Straße Ecke.
- Gätjens, Otto, Kaufmann, Hamburg 1, Wallhof.
- Geisler, Kurt, Dipl.-Ing., Techn. Hilfsarbeiter, Berlin-Steglitz, Bergstr. 83.
- Geissler, Max, Prokurist, Hamburg, Bleichenbrücke 10, Kaufmannshaus.
- Gerdes, G., Exzellenz, Vice-Admiral, Direktor des Waffen-Departements im R.-M.-A., Berlin-Wilmersdorf, Prager Platz 1.
- Gerling, F., Reeder i. Fa. Marschall & Gerling, Antwerpen. <sup>1235</sup>
- Gerosa, Victor, Dipl.-Ing., Kiel-Dietrichsdorf, Kirchenstr. 12.
- Geyer, Wilh., Regierungsbaumeister a. D., Berlin-Südende, Oehlerstr. 28.
- Glässel, E., Direktor der Roland-Linie, A.-G., Bremen.
- Gleitz, Ernst, Direktor der Neuen Deutsch-Böhmischen Elbschiffahrt-A.-G., Dresden, Maxstr. 17.
- Glitz, Erich, Geschäftsführer des Schiffbau-<sup>1240</sup> stahl-Kontors G. m. b. H., Essen-Ruhr, Lindenallee 23.
- Gloth, Friedrich, Ingenieur, Berlin-Wilmersdorf, Rüdeshheimer Str. 3.
- Glüer, Bruno, Korvetten-Kapitän, Berlin-Wilmersdorf, Holsteinsche Str. 33.
- Goedhart, P. C., Direktor der Gebrüder Goedhart A.-G., Düsseldorf, Humboldtstraße 45.
- Goldenberg, Rudolf, Dr. jur., Notar, Hamburg, Gr. Burstah 4.
- Goldtschmidt, Dr., Professor, Hans, Fabrikbesitzer, Essen a. Ruhr, Bismarckstr. 98. <sup>1245</sup>
- v. d. Goltz, Rüdiger, Freiherr, Korvettenkapitän a. D., Berlin-Halensee, Kurfürstendamm 139.
- Göricke, A., Kaufmann, Berlin O 112, Mirbachstr. 5.
- Görtz, Heinr., Dr. jur. Rechtsanwalt u. Notar, Lübeck, Kohlmarkt 7/11.

- Goßler, Oskar, Inhaber d. Fa. John Monnington, Hamburg 37, Sophienterrasse 9.
- <sup>1250</sup> Gradenwitz, Richard, Ingenieur und Fabrikbesitzer, Berlin S 14, Dresdener Str. 38.
- Graef, O., Stahlwerksdirektor, Willich bei Crefeld.
- Graefe, Dr., Professor, Bibliothekar d. Techn. Hochschule, Darmstadt.
- Grah, Peter, Kommerzienrat, Vorstand der Firma Sundwiger Eisenhütte Maschb. A.-G., Sundwig, Kr. Iserlohn.
- Gramberg, F.W., Schiffbauingenieur, Bremen, Utbremer Str. 31.
- <sup>1255</sup> Grattenauer, A., Ingenieur, Deutsche Dampfschiffahrts-Ges. „Hansa“, Bremen.
- Greiser, G., Fabrikbesitzer, i. Fa. Greiserwerke G. m. b. H., Metallwarenfabrik, Hannover, Angerstr. 11-14.
- Gribel, Ed., Reederei-Besitzer, Stettin, Gr. Lastadie 56.
- Gribel, Franz, Reeder, Stettin, Große Lastadie 56.
- Grosse, Carl, Generalvertreter von Otto Gruson & Co., Buckau, Hamburg 1, Mönckebergstr. 1.
- <sup>1260</sup> Grotewold, Christian, Dr. phil., Geschäftsführer d. Centralvereins f. deutsche Binnenschiffahrt, Berlin-Charlottenburg, Kantstraße 140, II.
- Gruber, Karl, Technischer Direktor, Firma Otto Froriep G.m.b.H., Rheydt, Moltkestr.
- Grunow, Roderich, Kaufmann, Stettin, Gr. Oderstr. 10.
- Grünwald, Siegfr., Schiffahrts-Direktor, Dresden, Permoserstr. 13, I.
- Grützner, Fr., Ingenieur, Nürnberg, Innere Kramer-Klett-Str.
- <sup>1265</sup> de Gruyter, Dr. Paul, Stadtrat, Fabrikbesitzer, Berlin-Charlottenburg, Bismarckstraße 10.
- Guggenheimer, Dr., Kommerzienrat, Mitglied des Vorstandes der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.-G., Berlin W. 10, Tiergartenstr. 37.
- Gutermuth, M. F., Geh. Baurat u. Professor a. d. Techn. Hochschule zu Darmstadt.
- Guthknecht, Dipl.-Ing., Patentanwalt, Dortmund, Brückstr. 2.
- Guthmann, Robert, Baumeister und Fabrikbesitzer, Berlin W 9, Voßstr. 15.
- Gütschow, Wilhelm, Dipl.-Ing., Danzig, <sup>1270</sup> Delbrückallee 2.
- Haack, Hans, Kaufmann, i. Fa. Haack & Nebelthau, Bremen.
- Haack, Heinr. Chr., Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Bremen, Krefelder Str. 9.
- Haarmann, Ewald, Marine-Stabsingenieur, Kiel, Jahnstr. 14.
- Habich, Paul, Regierungs-Baumeister a. D., Direktor der Aktien-Gesellschaft für überseeische Bauunternehmungen, Berlin-Schöneberg, Freiherr v. Steinstr. 2, III.
- Haendler, Edmund, Kaufmann, Mannheim, <sup>1275</sup> Renz-Str. 7.
- Hackelberg, Eugen, Kaufmann, Berlin-Charlottenburg, Knesebeck-Str. 85.
- Hahn, Aug., Direktor, Berlin W 30, Berchtesgadener Str. 12.
- Hahn, Dr. phil. Georg, Fabrikbesitzer, Berlin W 10, Tiergarten-Str. 21.
- Hahn, M., Kapitän, Schiffs-Inspektor, Hamburg 19, Alardusstr. 1.
- Hahn, Willy, Dr. jur., Rechtsanwalt und Notar <sup>1280</sup> Berlin W 62, Lützow-Platz 2.
- Hahnemann, W., Ing., Direktor der Signal G. m. b. H., Kiel, Am Habsburgerring, Werk Ravensberg.
- Haller, M., Direktor, Charlottenburg, Kaiserdamm 6.
- Hammar, Birger, Kaufmann, Stockholm 15, Västra Trädgårdsgatan 4.
- Hammar, John, Direktor, Stockholm, Warendarffsgatan 6.
- Hammler, Ernst, Direktor der Görlitzer <sup>1285</sup> Maschinenbau A.-G., Görlitz.
- Hansen, Hans, Oberingenieur, Gelsenkirchener Bergw.-A.-G., Aachen-Rotheerde.
- Hansen, Hermann, Ingenieur, Elbing, Bismarckstr. 4.
- Harbeck, M., Gr. Flottbek b. Hamburg, Theodor-Storm-Str.
- Hardcastle, F. E., Besichtiger des Germ. Lloyd, Bureau Veritas usw., Bombay, Alice Building, Hornby Road.
- Harms, Gustav, Eisengießereibesitzer, Hamburg <sup>1290</sup> 29, Norder Elb-Str. 77/81.

- Harms, Otto, Vorstand der Deutsch-Austral. D. G., Hamburg, Trostbrücke 1.
- Hartmann, Otto H., Ober-Ing. der Schmidt-schen Heißdampfanlagen, Cassel, Wilhelmshöhe, Rolandstr. 2.
- Hartmann, W., Professor, Berlin-Grunewald, Trabener Str. 2.
- Hartwig, Rudolf, Dr.-Ing., Mitglied des Direktoriums der Firma Friedr. Krupp, A.-G., Essen-Ruhr, Hohenzollernstr. 12.
- <sup>1295</sup> Haubold, Carl, Direktor der Maschinenfabrik C. G. Haubold jr., G. m. b. H., Chemnitz.
- Hebbinghaus, Vizeadmiral, Exz., Berlin W 62, Keithstr. 14.
- Heegewaldt, A., Fabrikbesitzer, Berlin-Charlottenburg, Grolmanstr. 3.
- Heemsoth, Heinrich, General-Vertreter, Hamburg, Erikastr. 156.
- Heesch, Otto, Oberingenieur, Oberlößnitz-Radebeul, Moltkestr. 10.
- <sup>1306</sup> Heese, Albrecht, Hauptmann a. D., Berlin W 10, Hitzigstr. 5.
- Held, Eberhard, Geschäftsführer von Hammar & Co., G. m. b. H., Hamburg, Neuer Wall 75.
- Held, Robert, Generaldirektor der C. Lorenz A.-G., Berlin W. 62. Lützowplatz 6.
- Heidmann, Henry W., Ingenieur, Hamburg, Isestr. 132.
- Heineken, Phil., Vorsitzender des Direktoriums des Norddeutschen Lloyd, Bremen.
- <sup>1305</sup> Heinrich, W., Dipl.-Ing., Kiel, Klopstockstraße 11.
- Hempelmann, August, Dr.-Ing., Oberingenieur der Friedr. Krupp A. G. Grusonwerk, Essen-Rüttenscheid, Pelmannstr. 20.
- Henkel, C., Zivilingenieur, Hamburg, Neuer Wall 72.
- Henkel, Gustav, Ingenieur und Fabrikbesitzer, Direktor der Herkulesbahn, Kassel-Wilhelmshöhe, Villa Henkel.
- v. Henkel-Gebhardi, Exzellenz, Vizeadmiral u. Oberwerftdirektor, Kiel, Kaiserl. Werft.
- <sup>1310</sup> Hennig, Franz, Dipl.-Ing., Hamburg, Sierichstr. 160.
- Henrich, Otto, Direkt. d. Siemens-Schuckert-Werke, Berlin W 50, Prager Str. 15.
- Hensolt, Johannes, Dipl.-Ing., Hamburg 25, Oben Borgfelde 28.
- Hepner, Friedr., Dipl.-Ing., Oberingenieur und Prokurist der Oberschlesischen Eisen-Industrie A.-G. für Bergbau- u. Hüttenbetrieb, Gleiwitz.
- Herbrecht, Carl, Direktor der Rheinischen Stahlwerke Abt. Duisburger Eisen- und Stahlwerke, Duisburg, Heidestr. 36a.
- Hering, Kapitän z. S., Direktor der Kais. <sup>1315</sup> Torpedowerkstatt, Friedrichsort.
- Herken, Emil, Direktor der Oberschlesischen Eisen-Industrie A.-G. für Bergbau- und Hüttenbetrieb, Gleiwitz, Berlin SW 68, Alte Jakobstr. 156/157.
- Herrmann, E., Dr., Professor, Abteilungsvorsteher der Deutschen Seewarte, Hamburg 9, Deutsche Seewarte.
- Hertz, Hans, Dipl.-Ing., Bremen, Straßburger Str. 72, II.
- Herwig, August, Hüttenbesitzer, Dillenburg, Oranienstr. 11.
- Herwig, M., jr., Fabrikbesitzer, i. Fa. Eisen- <sup>1320</sup> werk Lahn, M. & R. Herwig jr., Dillenburg.
- Hesse, Paul, Fabrikdirektor, Berlin NW 21, Alt-Moabit 86.
- Hessenbruch, Fritz, Direktor, Duisburg, Mülheim-Str. 59.
- Heubach, Ernst, Ingenieur, Berlin-Lankwitz, Lessingstr. 7.
- Heuser, Kapitän z. S., Berlin W 10, Königin-Augusta-Str. 38/42.
- Heymann, Alfred, Fabrikbesitzer, Hamburg, <sup>1325</sup> Neuerwall 42.
- Heyck, Theodor, Marine-Stabsingenieur, Kiel, Holtenuer Str. 81.
- Heyne, Walter, Direktor, Deutsche Vacuum Oel A.-G., Wandsbeck bei Hamburg, Marienanlage 15.
- Hiehle, Kurt, Oberingenieur, Mannheim, S 6, 25.
- Hirsch, Aron, Kaufmann, i. Fa. Hirsch, Kupfer- und Messingwerke A.-G., Berlin NW 40, Kronprinzenufer 5/6.
- Hirschfeld, Ad., Dampfkessel-Revisor der <sup>1330</sup> Baupolizei-Behörde, Hamburg 23, Blumenau 125.
- Hirt, Fritz, Ing. u. Direktor d. Stahlwerks Becker, A.-G., Berlin NW 7, Unter den Linden 39.



- Hissink, Direktor der Bergmann-Elektrizitäts-Werke, Berlin N 65, Oudenarder Str. 32.
- Hitzemann, Rudolf, Direktor der Brückenbau Flender A.-G., Benrath, Schloßallee 10.
- Hjarup, Paul, Ingenieur und Fabrikbesitzer, Berlin N 20, Prinzenallee 24.
- <sup>1335</sup> Hochstetter, Franz, Dr. phil., Geschäftsführer, Berlin-Steglitz, Wrangelstr. 5.
- v. Hoernes, Hermann, K. u. K. Oberst d. R., Linz a. D., Römerstr. 77.
- Hoffmann, S., Direktor d. Schmidt'schen Heißdampfgesellschaft m. b. H., Cassel-Wilhelmshöhe, Steinhöferstr. 4.
- Hölck, Heinr., Konsul von Brasilien, Düsseldorf, Graf-Recke-Str. 69.
- Hollstein, Georg, Dipl.-Ing., Beratender Ingenieur für Hebezeugbau- und Transportwesen, Berlin-Steglitz, Göbenstr. 8.
- <sup>1340</sup> Hölzcke, Paul, Dr. phil., Chemiker, Kiel, Eisenbahndamm 12.
- Holtzapfel, Korvetten-Kapitän und Präses des Torpedoversuchs-Kommandos, Kiel.
- Holzappel, A. C., Fabrikant, London E. C., Fenchurch Street 57.
- Holzwarth, Hans, Dipl.-Ing., Mülheim-Ruhr, Seilerstr. 13.
- Holzweiler, Carl, Oberingenieur, Aachen-Rothe-Erde.
- <sup>1345</sup> d'Hone, Heinrich, Fabrikbesitzer, Duisburg.
- Hoveman, John, C., Direktor, Paris, rue des Pyramides 19.
- Howaldt, Adolf, Ober-Ingenieur, Lübeck, Mengstr. 16.
- Howaldt, Gerhard C. F., Schiffbauingenieur, Bremen, Kreuzstr. 31.
- Hübner, K., Direktor, Duisburg, Lutherstraße 32.
- <sup>1350</sup> Hülß, Friedr., Obering., Berlin-Halensee, Westfälische Str. 59, II.
- Hüneke, Direktor, Maschinenbau-Akt.-Ges. Martini & Hüneke, Berlin SW 48, Wilhelmstr. 122.
- Huth, Erich, Dr. phil., Ingenieur, Berlin W 30, Landshuter Str. 9.
- Illig, Hans, Direktor der Felten & Guilleaume-Lahmeyer-Werke A.-G., Frankfurt a. M., Schumannstr. 40.
- Imle, Emil, Dipl.-Ing., Dresden-Loschwitz, Owerstr. 15.
- Inden, Hub., Fabrikant, Düsseldorf, Neander-<sup>1355</sup>straße 15.
- Irinyi, Arnold, Ingenieur, Hamburg, Altrahlstedt.
- Iseler, Albert, Kommerzienrat und Fabrikbesitzer, Leipzig-Plagwitz.
- Ivers, C., Schiffsreeder, Kiel.
- Jacobsen, Louis, Oberingenieur, Hamburg<sup>29</sup>, Norder Elbstr. 4, I.
- Jaeger, G., Reedereidirektor, Mannheim,<sup>1360</sup> L. 4. 16.
- Jannasch, G. A., Fabrikdirektor, Laura-hütte O.-S.
- Janzon, Paul, Zivil-Ingenieur, Berlin-Halensee, Westfälische Str. 41.
- Jarke, Alfred, Kaufmann, Gneversdorf bei Travemünde.
- Jebsen, J., Reeder, Apenrade.
- Jochimsen, Karl, Oberingenieur, Berlin-<sup>1365</sup>Charlottenburg, Kaiserin-Augusta-Allee 85.
- Jochmann, Ernst, Ober-Ingenieur der Vulcanwerke A.-G. Hamburg und Stettin, Hamburg-Uhlenhorst, Awerhoffstr. 4.
- Johnson, Helge Axson, Konsul, Stockholm, Strandvägan 1.
- Johnson, Gustav John, Dr. jur., Kriegsgerichtsrat, Rechtsanwalt, Stockholm, Jakobsgatan 28.
- Joost, J., Direktor der Farbenfabrik Joost, G. m. b. H., Hamburg, Steinhöft 8-11.
- Jordan, Dr. jur. Hans, Direktor der Bergisch<sup>1370</sup>Märkischen Bank, Mitglied des Aufsichtsrates des Nordd. Lloyd, Schloß Malinckroot b. Wetter (Ruhr).
- Jordan, Paul, Direktor der Allg. Elektr.-Ges., Grunewald b. Berlin, Bismarckallee 26.
- Josse, Emil, Geheimer Regierungsrat und Prof. a. d. Königl. Technischen Hochschule Berlin, Berlin-Lankwitz, Lessingstr. 14.
- Junghans, Erhard, Kommerzienrat, Schramberg, Württemberg.
- Junker, Franz Friedr., Maschinen-Ingenieur, Bremen, Osterholzer Str. 13.
- Junkers, Hugo, Professor, Dessau, Albrecht-<sup>1375</sup>straße 47.

- Jurenka, Rob., Direktor der Deutschen Babcock & Wilcox - Dampfkesselwerke A.-G., Oberhausen, Rheinland.
- Jütte, Ernst, Oberingenieur, Berlin-Reinickendorf, Berliner Str. 99.
- Kaehlert, Marine-Ober-Chefingenieur a. D., Kiel, Goethestr. 12, II.
- Kalau vom Hofe, E., Kontre-Admiral z. D., Berlin W 35, Schöneberger Ufer 41.
- <sup>1380</sup> Kalkhof, Wilhelm, Masch.-Ing., Hagen i. W., Moltkestr. 14 ptr.
- Kaemmerer, W., Ingenieur, Berlin NW 7, Sommerstr. 4a.
- Kaminski, Paul, Ingenieur, Berlin-Siemensstadt, Brunnenstr. 16.
- Kammerhoff, Meno, Direktor, 159 Cleveland Street, Orange, New Jersey, U. S. A.
- Kauermann, August, Ingenieur, Direktor der Maschinenfabrik Schieß, A.-G., Düsseldorf, Colmarstr. 114.
- <sup>1385</sup> Keetman, Wilhelm, Direktor, Duisburg, Hedwigstr. 29.
- v. Kehler, R., Major, Direktor der Luftfahrzeug G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg, Dernburgstr. 49.
- Kelch, Hans, Leutnant a. D., i. Fa. Motorenwerk Hoffmann & Co., Potsdam, Münzstraße 33.
- Kellner, L., Direktor des Stahlwerks Augustfehn, Oldenburg i. Gr., Gartenstr. 20.
- Kemperling, Adolf, Direktor der Gebr. Böhler & Co., A.-G., Berlin NW 5, Quitzowstr. 24.
- <sup>1390</sup> Kempf, Günther, Dr.-Ing., Kiel, Karlstr. 46.
- Kindermann, Franz, Ober-Ing. d. Allgem. Elektr.-Ges., Duisburg a. Rh., Meinstr. 56.
- Kins, Johs., Direktor der Dampfschiff.-Ges. Stern, Berlin SO 16, Brückenstr. 13.
- Kirchberger, G., Marine-Stabsingenieur, Wilhelmshaven, Wilhelmstr. 5.
- von Kirchmayr, Georg Ritter, Vizeadmiral, Wien, Kriegsministerium.
- <sup>1395</sup> Kirchner, Ernst, Kommerzienrat u. Mitglied des Vorstandes der Maschinenbauanstalt Kirchner & Co., Akt.-Ges., Leipzig-Sellerhausen.
- Kirdorf, Emil, Dr.-Ing. Geheimer Kommerzienrat, Mülheim-Ruhr.
- Kitzerow, Franz, Ingenieur, Berlin S 42, Alexandrinenstr. 95/96.
- Klawitter, Willi, Kaufmann u. Werftbesitzer, i. F. J. W. Klawitter, Danzig.
- Kléé, W., Kaufmann, i. Fa. Klée & Koecher, Hamburg, Königstr. 15.
- Kleiber, Friedrich, Redakteur der Zeitschrift <sup>1400</sup> „Schiffbau“, Berlin-Steglitz, Kissingerstr. 12.
- Klein, Ernst, Kommerzienrat, Dahlbruch i. Westf.
- von Klemperer, Herbert, Dr.-Ing., Direktor der Berliner Maschinenbau-Akt.-Ges. vorm. L. Schwartzkopff, Berlin N 4, Chausseestr. 23.
- Klinger, Gust., Direktor, Berlin-Tempelhof, Saalburgstr.
- Klinger, Rich., Fabrikbes., Berlin-Tempelhof, Saalburgstr.
- Klippe, Hans, Ingenieur, Hamburg 1, <sup>1405</sup> Ferdinandstr. 30.
- Kloebe, Kapitän zur See z. D., Wilhelmshaven, Adalbertstr. 3, Hauptbibliothek der Marinestation der Nordsee.
- Kloetzer, Hans, Kaufmännischer Direktor, Berlin-Grunewald, Hohenzollerndamm 62.
- Klostermann, Georg, Abteilungs-Chef der Versicherungs-Ges. „Victoria“, Berlin-Wilmersdorf, Spessartstr. 5.
- Kluge, Hans, Dipl.-Ing., Hamburg-Gr. Borstel, Brückwiesenstr. 30.
- Knackstedt, Ernst, Generaldirektor, Düsseldorf, Achenbachstr. 107. <sup>1410</sup>
- Knarr, Erich, Fabrikbesitzer, Spandau, Kloster-Str. 6/7.
- Knobloch, Emil, Geheimer Kommissionsrat, Berlin-Grunewald, Hagenstr. 37.
- Knust, H., Kapitän a. D., Stadtrat, Stettin, Birkenallee 9.
- Kober, T., Dipl.-Ing., Vorstand der Flugzeugbau Friedrichshafen G. m. b. H., Friedrichshafen a. B.
- Koch, Peter, Ingenieur, Hannover, Hindenburgstr. 28. <sup>1415</sup>
- Koch, Richard, Oberingenieur, Chemnitz, Helenenstr. 42.
- Köcher, Robert, Ingenieur und Yachtkonstrukteur, Berlin - Charlottenburg, Schillerstraße 115.
- Koenitzer, Wilhelm Christian, Fabrikant, Hamburg, Speersort 8.

- Köhler, Geheimer Ober-Postrat, Hamburg, Stephansplatz 5.
- <sup>1420</sup> Köhler, J., Ingenieur, Eimsbüttel, Ottersbeckallee 13.
- Köhler, Karl, techn. Direktor, Werft von Caesar Wollheim, Cosel bei Breslau.
- Köhn, Adolf, Marine-Stabsingenieur, Wilhelmshaven, Kaiserstr. 75.
- Köhnecke, Heinr., Zivilingenieur, Bremen, Contrescarpe 130.
- Köpcke, Max, Direktor der Assecuranz Union von 1865, Hamburg, Trostbrücke 1.
- <sup>1425</sup> Köppen, Mar.-Stabs-Ing., Berlin W 10, Königin-Augusta-Str. 38/42.
- Korten, R., Direktor, Malstatt - Burbach, Hoch-Str. 19.
- Körting, Ernst, Ingenieur, Techn. Direktor der Gebr. Körting A.-G., Körtingsdorf b. Hannover, Badenstedter Str. 71.
- Kortmann, Paul, Oberingenieur und Prokurist der B. A. M. A. G., Berlin N 4, Chausseestr. 23.
- Kosche, Arno, Direktor der H. Maihak A. G., Hamburg.
- <sup>1430</sup> Kosegarten, Max, Generaldirektor der Deutschen Waffen- und Munitionsfabriken, Berlin NW 7, Dorotheenstr. 35.
- Köser, Fr., Kaufmann, i. Fa. Th. Höeg, Hamburg, Steinhöft 9, Elbhof.
- Köster, W., Ingenieur und Fabrikdirektor, Frankfurt a. M., Roonstr. 4.
- Kraemer, Theodor, Direktor, Duisburg, Realschulstr. 84.
- Kramer, Wilhelm, Direktor, Hamb.-Brem. Afrika-Linie A. G., Bremen.
- <sup>1435</sup> Kraus, Gustav, Zivilingenieur, Hamburg 36, Neuerwall 36.
- Krauschitz, Georg, Ingenieur und Fabrikant, Berlin-Charlottenburg, Savignyplatz 9.
- Krause, Max, Geh. Baurat, Direktor von A. Borsigs Berg- und Hüttenverwaltung, Berlin N 4, Chausseestr. 13.
- Krause, Max Arthur, Fabrikant, Berlin-Charlottenburg, Windscheidstr. 18.
- Krayn, M., Verlagsbuchhändler, Berlin W 10, Genthiner Str. 39.
- <sup>1440</sup> Krell, Rudolf, Professor, München, Techn. Hochschule.
- Krieg, Kapitän zur See z. D., Vorstand der Bücherei des Bildungswesens der Marine, Kiel.
- Krieger, R., Hüttendirektor, Düsseldorf, Kaiser-Friedrich-Ring 20.
- Kriegeskotte, Hugo, Fabrikdirektor, Chemnitz, Aue 26.
- von Kries, Carl, Direktor, Berlin-Wilmersdorf, Hohenzollerndamm 197.
- Kritzler, Julius, Direktor der Marinetechn. <sup>1445</sup> Abteil. Gebr. Körting A.-G., Kiel-Schulensee.
- Kroebel, R., Ingenieur, Hamburg, Klosterburg.
- Krogmann, Richard, Vorsitzender der See-Berufsgenossenschaft, Hamburg, Trostbrücke 1.
- Kröhl, J., Kaufmann, Deutsche Ost-Afrika-Linie, Hamburg, Afrika-Haus.
- Krueger, Fregatten-Kapitän a. D., Direktor der Gelsenkirchener Bergwerk A.-G., Kiel, Feldstr. 73.
- Krüger, Johannes, Ingenieur, Berlin-Wilmers- <sup>1450</sup> dorf, Augustastr. 60.
- Krüger, Willy, Dr.-Ing., Kommerzienrat, Vorsitzender des Direktoriums der Sächsischen Masch.-Fabr. vorm. Rich. Hartmann A.-G., Chemnitz, Kassbergstr. 36.
- Krull, Hermann, Elektro-Ingenieur, Kiel-Hassee, Lübecker Chaussee 42.
- Krumm, Alfred, Mitinhaber der Firma Krumm & Co., Remscheid, Lindenstr. 57.
- Kubierschky, Martin, Direktor der A.-G. Mix & Genest, Berlin-Lichterfelde, Kommandantenstr. 88.
- Kübler, Wilhelm, Ingenieur für Elektromaschinenbau, Professor a. d. Techn. Hochschule zu Dresden, Dresden-A., Liebigstr. 26. <sup>1455</sup>
- Küborn, P., Hüttendirektor und Vorstandsmitglied des Oberbilker Stahlwerkes, Düsseldorf, Hebbelstr. 16.
- v. Kühlwetter, F., Kapitän z. S. z. D., Berlin-Lichterfelde-W., Holbeinstr. 58.
- Kuhnke, Fabrikant, Kiel, Forstweg 19.
- Kunstmann, Arthur, Konsul und Reeder, Stettin, Kaiser-Wilhelm-Str. 9.
- Kunstmann, Walter, Schiffsreeder, Stettin, <sup>1460</sup> Moltkestr. 19.

- Kunstmann, W., Konsul und Reeder, Stettin, Bollwerk 1.
- Kurrer, Otto, Kaufm. Direktor der Mansfeldschen Kupferschiefer bauenden Gewerkschaft, Eisleben, Landwehr 1.
- Küwnick, Franz A., Kapitän, Ladungs-Inspektor des Norddeutschen Lloyd, Bremen, Piers, Hoboken N. 7, U. S. A.
- Kux, Eduard, Dr.-Ing., Vorstandsmitglied der Gebr. Körting A.-G. Hannover-Linden, Badenstedter Str. 75.
- <sup>1465</sup> Landsberg, Reg.-Baumeister a. D., Berlin W 10, Viktoriastr. 17.
- Landsky, Schiffs-Inspektor der Hapag, Hamburg, Lübecker Str. 147.
- Lange, Ernst, Dipl.-Ing., i. Fa. Joh. C. Tecklenborg, A.-G., Geestemünde, Schultze Str. 5.
- Lange, Karl, Dipl.-Ing., Bremen, An der Schlachte 20.
- Langen, A., Dr., Direktor der Gasmotoren-Fabrik Deutz, Köln, Fürst-Pückler-Str. 14.
- <sup>1470</sup> Langen, Fritz, Kommerzienrat, Fabrikbesitzer, Haus Tanneck b. Elsdorf, Rheinland.
- Langheinrich, Ernst, Fabrikdirektor, Coblenz, Pfaffendorf, Hochstr. 13.
- Langner, Technischer Kaufmann, Berlin NW 23, Tegeler Weg 101.
- Lans, Otto, Kapitän z. S. a. D., Essen-Ruhr, Virchowstr. 122.
- v. Lans, W., Admiral à la Suite des Seeoffizierkorps, Exzellenz, Berlin.
- <sup>1475</sup> Lanz, Karl, Dr., Fabrikant, Mannheim, Hildastraße 7/8.
- Läsch, Otto, Mitarbeiter bei der Deutsch-Australischen Dampfschiff-Ges., Hamburg 4, Hochstr. 10.
- Lasche, O., Direktor der Turbinenfabrik der Allgem. Elektr.-Gesellsch., Berlin NW 87, Huttenstr. 12.
- Lass, F., Ingenieur, Hamburg, Schauenburger Straße 55-57.
- Laubmeyer, Hermann, Zivilingenieur, Danzig, Winterplatz 15.
- <sup>1480</sup> Laurick, Carl, Ingenieur, Berlin SW 29, Belle-Alliance-Str. 68.
- Lawaczek, Franz, Dr.-Ing., Oberingenieur, Halle a. S., Jentzschstr. 11.
- Lehmann, Marine-Chefingenieur a. D., Kiel, Feldstr. 54.
- Leitholf, Otto, Zivilingenieur, Berlin SW 11, Hallesche Str. 19.
- Lender, Rudolf, Kapitän a. D. und Fabrikbesitzer, i. Fa. Dr. Graf & Comp., Berlin-Wien, Neubabelsberg, Berliner Str. 48-50.
- Lewerenz, Alfred, i. Fa. Deurer & Kaufmann, <sup>1485</sup> Hamburg, Hagenau 50 a.
- Lichtensteiner, Ludwig, Oberingenieur, Mülheim-Ruhr, Althofstr. 5.
- Liebreich, Erik, Dr. phil., Physiker, Berlin NW 40, Kronprinzenufer 30, I.
- Liehr, E., Ingenieur, Berlin-Halensee, Georg-Wilhelmstr. 5.
- Lienau, Alfred, Ingenieur, Hamburg 24, Mundsburgerdamm 40.
- Lippart, G., Dr.-Ing., Direktor der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.-G., Nürnberg, Tiergartenstr. 10.
- Ljungmann, Andreas, Dipl.-Ing., Direktor, Trollhättan, Schweden.
- Loeck, Otto, Kaufmann, Hamburg, Agnesstraße 22.
- Loewe, Georg, Direktor d. Deutschen Waffen- und Munitionsfabriken, Berlin NW 7, Dorotheenstr. 35.
- v. Loewenstein zu Loewenstein, Hans, Bergassessor und Geschäftsführer, Essen (Ruhr), Friedrichstr. 2.
- Loof, Wilhelm, Oberingenieur der Ernst <sup>1495</sup> Schieß Werkzeugmaschinenfabrik A.-G., Düsseldorf, Helmholtzstr. 6.
- Lorenz, Dr. Hans, Dipl.-Ing., Geheimer Regierungsrat und Professor an der Techn. Hochschule in Danzig-Langfuhr, Johannisberg 7.
- Lorenz, Max, Oberingenieur der Siemens-Schuckert-Werke, Berlin NW 87, Tiele-Wardenberg-Str. 13, I.
- Lorenz, Dr. R., Dipl.-Ing., Essen-Ruhr, Fried. Krupp A.-G.
- The Losen, Paul, Direktor der Bergisch Märkischen Bank, Düsseldorf, Inselstr. 14.
- Lothes, P., Oberingenieur, Werft von <sup>1500</sup> F. Schichau-Elbing, Kiel, Holtenauer Straße 69.
- Lotzin, Willy, Kaufmann, Danzig, Brabank 3.

- Loubier, G., Patentanwalt, Berlin SW 61, Belle-Alliance-Platz 17.
- Lübbert, Staatl. Fischereidirektor, Hamburg 11, Marinegebäude.
- Lübcke, Charles, Expert des Vereins Hamburger Assecuradeure, Hamburg 22, Richardstr. 38.
- <sup>4505</sup> Lueg, E., Ingenieur, i. Fa. Haniel & Lueg, Düsseldorf-Grafenberg.
- Lüders, W. M. Ch., Fabrikant, Hamburg P. 9, Norderelbstr. 31.
- Lühr, Eduard, Ingenieur, Montagenleiter bei A. Borsig, Berlin-Tegel, Treskowstr. 4, I r.
- Lütgens, Henry, Vorsitzender des Aufsichtsrates der Vereinigt. Bugsier- und Frachtschiffahrt-Ges., Tannenhöft, Gr. Hansdorf b. Ahrensburg, Holstein.
- Lüth, Ernst Erich, Ingenieur, Karlsruhe-Gartenstadt, Ostendorfsplatz 4.
- <sup>4510</sup> Lutz, C. A., Dipl.-Ing., Stettin, Giesebrechtstraße 7, II.
- Lux, Friedrich, Fabrikant, Ludwigshafena. Rh., Ludwigplatz 9.
- Lux, Fritz, Elektro-Ingenieur, Mannheim, Kaiserring 36.
- Lyth, Paul, Ingenieur, Stockholm, Bryggaregatan 7.
- Maaß, Direktor d. Siemens-Schuckert-Werke, Berlin - Charlottenburg, Wilmersdorfer Str. 95, II.
- <sup>4515</sup> Maltitz, Hermann, Hauptmann a. D., Berlin-Wilmersdorf, Brandenburgische Str. 19.
- Mandt, Kontre-Admiral a. D., Geheimer Regierungsrat, Deutscher Seefischerei-Verein, Berlin W 9, Potsdamer Str. 22A.
- Mankiewitz, Paul, Direktor der Deutschen Bank, Berlin W 64, Behrenstr. 9—13.
- Marcard, Walter, Marine-Baumeister, Kiel, Feldstr. 123.
- Maron, H., Dipl.-Ing., Marinebauführer, Kiel, Adolfstr. 81.
- <sup>4520</sup> Mathies, Geh. Regierungs- und Baurat a. D., Generaldirektor, Berlin-Charlottenburg, Kurfürstendamm 75.
- Matschoß, Conrad, Professor Dipl.-Ing., Stellvertretender Direktor des Vereins Deutscher Ingenieure, Berlin NW 7, Sommerstr. 4a.
- Mattenklott, Otto, Direktor der Metallwerke von Galkowsky & Kielblock A.-G., Eberswalde, Neue Kreuzstr. 15.
- Mauder, Georg, Oberingenieur, Nürnberg, Siemens-Schuckert-Werke, Pflugstr. 10.
- May, Hermann, Hüttdirektor, Breslau, Charlottenstr. 36.
- Mayer-Etscheit, Joseph, Direktor von <sup>4525</sup> Haniel & Lueg, Düsseldorf - Grafenberg.
- Meck, Bernhard, i. Fa. Ernst Mecks Stanz- und Presswerk, Nürnberg.
- Meendsen - Bohlken, Geheimer Baurat, Brake (Oldenburg).
- ter Meer, G., Dr.-Ing., Direktor, Hannover-Linden, Hamelner Str. 1.
- Meerbach, Kurt, Oberingenieur, Aachen, Kurfürstenstr. 46, II.
- Meier, M., Dr.-Ing., Hüttdirektor, Ober- <sup>4530</sup> Schlesien, Bismarckhütte.
- Meinders, Hermann, Dipl.-Ing., Bremen, Clausewitzstr. 10.
- Melms, Gustav J., Ingenieur, Melms & Pfeningner, München-Hirschau.
- Mendelssohn, A., Dr. jur., Geh. Ober-Regierungsrat und vortragender Rat in der Oberrechnungskammer, Potsdam, Neue Königstr. 65.
- Menge, Wilh., Mitinhaber d. Firma Greiserwerke, Hannover, Waldstr. 23.
- Merck, Johs., Direktor der Hamburg-Amerika- <sup>4535</sup> Linie, Hamburg 36, Feldbrunnenstr. 29.
- Merkel, Carl, Ingenieur, i. Fa. Willbrandt & Co., Hamburg, Kajen 24.
- Mette, C., Generalvertreter, Berlin-Charlottenburg, Dahlmannstr. 27.
- Meuss, Fr., Kapitän z. See z. D., Berlin W 10, Königin-Augusta-Str. 38/42.
- Meyer, Cornelius, Fabrikdirektor, Berlin-Grunewald, Jagowstr. 4.
- Meyer, Dietrich, Kgl. Baurat, Direktor des <sup>4540</sup> Vereins deutscher Ingenieure, Berlin NW 7, Sommerstr. 4a.
- Meyer, Eugen, Schloß Itter, Hopfgarten, Tirol.
- Meyer, Paul, Dr. phil., Kgl. Baurat, Vorstandsmitglied der Paul Meyer Akt.-Ges., Berlin N 39, Lynarstr. 5/6.
- Meyer, P., Professor a. d. Techn. Hochschule, Delft, Holland, Spoorsingel 29.

- Meyer, W., Justizrat, Hannover, Hindenburgstr. 39.
- <sup>1545</sup> Michaelis, Ludwig, Dr., Direktor der Autogen-Gasakkumulator A.-G., Berlin SW 61, Blücherstr. 22.
- Michenfelder, C., Dipl.-Ing., Direktor d. städt. Polyt. Lehranstalt in Friedberg i. H.
- Miethe, Adolf, Dr., Professor und Geh. Reg.-Rat, Berlin-Halensee, Halberstädter Str. 7.
- Miersch, A., Konstr.-Ingenieur, Kaiserslautern, Königstr. 19.
- Mintz, Maxim., Ingenieur und Patentanwalt, Berlin SW 11, Königgrätzer Str. 52.
- <sup>1550</sup> Möbus, Wilh., Ingenieur, Düsseldorf, Worringerstr. 73.
- Mohr, Otto, Fabrikant, i. Fa. Mannheimer Masch.-Fabr. Mohr & Federhaff, Mannheim.
- Moldenhauer, Louis, Ingenieur, Berlin-Charlottenburg, Marchstraße 16.
- Moll, Friedrich, Dr.-Ing., Schiffbau-Ingenieur, Berlin-Südende, Brandenburgische Str. 21.
- Moll, Gustav, Ingenieur, Elbing, Reiferbahnstraße 11.
- <sup>1555</sup> Möller, Ludwig, Marine-Stabsingenieur a. D., Expert der Firma H. F. M. Mutzenbecher, Hamburg, Mundsburger Damm 26, III.
- Möllers, G., Direktor der Deutschen Teerprodukten - Vereinigung, Essen - Ruhr, Bogenstr. 45.
- Mollier, Walther, Ingenieur und Direktor der Hanseat. Siemens-Schuckert-Werke, Hamburg, Innocentiastr. 50.
- Morrison, C. Y., Hamburg 20, Woldsenweg 10.
- Mrazek, Franz, Ing., Direktor der Skodawerke Akt.-Ges. in Pilsen, Wien XIX, Peter-Jordan-Str. 28.
- <sup>1560</sup> Mühlberg, Albert, jun., Oberingenieur, Oberrietingen a. d. Enz (Württ.).
- Müller, Adolph, Dr., Direktor der Akkumulatorenfabrik Act.-Ges., Berlin-Charlottenburg, Fasanenstr. 76.
- Müller, Albert, Kommerzienrat, Essen-Ruhr, Huyssensallee 40.
- Müller, Eduard, Direktor der Woermann-Linie A.-G. und der deutschen Ostafrika-Linie, Hamburg, Gr. Reichenstraße 27, Afrikahaus.
- Müller, Gustav, Direktor der Rheinischen Metallwaaren- und Maschinenfabrik, Düsseldorf, Arnoldstr. 12.
- Müller, Otto, Ingenieur, Prokurist, Berlin-<sup>1565</sup> Charlottenburg, Knobelsdorfstr. 54.
- Müller, Paul H., Dr.-Ing., Spandau, Achenbachstr. 5.
- Münzesheimer, Martin, Direktor der Gelsenkirchener Gußstahl- und Eisenwerke, Düsseldorf, Jägerhofstr. 12.
- Nägel, Adolph, Dr.-Ing., ord. Professor der Techn. Hochschule Dresden, Dresden-A., Eisenstückstr. 17, II.
- Naht, A. W., Kaufmann, Hamburg 1, Semperhaus, Spitalerstr. 10.
- Natalis, H., Direktor d. Siemens-Schuckert-<sup>1570</sup> Werke, Berlin-Charlottenburg, Reichskanzlerplatz 1.
- Nebelthau, August, Kaufmann, Teilhaber d. Fa. Gebrüder Kulenkampff, Bremen, Hollerallee 25.
- Netter, Ludwig, Regierungs-Baumeister a. D. und Fabrikbesitzer, Berlin W 10, Tiergartenstr. 34a.
- Neuberg, Zivilingenieur, Berlin W 62, Keithstraße 10.
- Neudeck, Martin, Kaufmann, Kiel, Esmarchstraße 10.
- Neudecker, Hans, Vertreter der A.-G. Mix<sup>1575</sup> & Genest, Marine-Abtlg., Bremen, Kohlhöckerstr. 73.
- Neufeldt, H., Ing. und Fabrikbesitzer, Kitzberg b. Kiel.
- Neuhaus, Fritz, Ing., Generaldirektor bei A. Borsig-Tegel, Berlin-Charlottenburg, Olivaer Platz 7.
- Neuhaus, Ludwig, Direktor von A. Borsig, Berlin-Wilmersdorf, Brandenburgische Str. 42.
- Neumann, Kurt, Dr.-Ing., Privatdozent an der Kgl. Techn. Hochschule zu Dresden-A., Franklinstr. 4.
- Neumann, Otto, Kaufmann, Berlin-Schöne-<sup>1580</sup> berg, Hohenfriedbergstr. 21.
- von Nieber, Exzellenz, Generalleutnant, Berlin W 15, Fasanenstr. 43.
- Niedt, Otto, Dr.-Ing., Kommerzienrat, Generaldirektor der Huldchinskyschen Hüttenwerke Akt.-Ges., Gleiwitz, Oberschlesien.
- Niemeyer, Georg, Fabrikbesitzer, Hamburg, Steinwärdter, Neuhofer-Str.

- Niemeyer, Walter, Kaufmann, Hamburg, Steinwärder.
- <sup>1585</sup> Nihlén, August, Nicolaus, Direktor der Continentalen Rhederei A.-G., Hamburg 11.
- Nissen, Andreas, Oberingenieur, Hamburg, Sierichstr. 20.
- Nobis, Korvettenkapitän a. D., Charlottenburg, Kaiserdamm 86, z. Z. Rüstringen i. O.
- Noë, Maschinenbauingenieur, Fabrikdirektor, Ascherslebener Maschinenbau-Akt.-Ges., Aschersleben.
- Nöllenburg, Rudolf, Generaldirektor der Deutschen Erdöl-Akt.-Ges., Berlin-Grunewald, Siemensstr. 8.
- <sup>1590</sup> Noltenius, Fr. H., Direktor d. Atlas-Werke A.-G., Bremen.
- Noske, Feodor, Ingenieur und Fabrikant, Altona, Arnoldstr. 28.
- Notholt, A., Maschinen-Inspektor, Hamburg, Jungfrauental 12.
- Oeking, Fabrikbesitzer, i. Fa. Oeking & Co., Düsseldorf, Humboldtstr. 53.
- Ohlrogge, Richard, Direktor der Cuxhavener Hochseefischerei A.-G., Cuxhaven, Wetterreihe 18.
- <sup>1595</sup> Olsson, Henning, Ingenieur, Hertzia, Göteborg, Schweden.
- Oppenheim, Paul, Ingenieur und Fabrikbesitzer, Pankow, Cavalierstr. 21.
- Oppenheimer, Emanuel Eduard, Dipl.-Ing., Mar.-Bauführer, Kiel, Knooperweg 111.
- Graf von Oppersdorff, erbl. Mitglied d. Preuß. Herrenh., Mitglied d. Deutschen Reichstags, Oberglogau, Oberschlesien.
- Opitz, Paul, Kapitän, Hamburg, Moltekestr. 6.
- <sup>1600</sup> L'Orange, P., Dipl.-Ing., Mannheim-Freudenheim, Nadlerstr. 13.
- Ott, Franz, Generaldirektor der Rhein- und Seeschiffahrts-Gesellschaft, Köln.
- Ott, Julius, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg, Ferdinandstr. 29.
- Ott, Max, Dipl.-Ing., Hannover - Kleefeld, Hegelstr. 16, part.
- Otte, W., Vertreter der Schiffswerft Caesar Wollheim in Cosel, Berlin-Wilmersdorf, Hanauer Str. 30.
- <sup>1605</sup> Otto, Oswald, Ingenieur, Berlin W 57, Bülowstraße 31.
- Overath, H., Direktor der Mitteldeutschen Gummiwaren-Fabrik, Frankfurt a. M., Mendelssohnstr. 37.
- Overhoff, Walter, Dipl.-Ing., Direktor der der Schiffswerfte San Rocco, A.-G. Triest, Muggia bei Triest, Österreich, Istrien.
- Overweg, O., Kaufmann, Hamburg, Admiraltätsstr. 33/34.
- Paatzsch, G., Schiffbau-Techniker, Oliva-Danzig, Am Markt 6.
- Pagenstecher, Gust., Kaufmann, Vorsitzender im Aufsichtsrate der Akt.-Ges. „Weser“, Bremen, Parkstr. 9. <sup>1610</sup>
- Pahl, Gustav, Finanzrat, Berlin NW. 7, Neustädtische Kirchstr. 15.
- Pake, Wilhelm, Senator, Wolgast, Burgstr. 6.
- Pantke, Marine-Oberstabsingenieur a. D., Berlin-Pankow, Pestalozzistr. 39.
- Parje, Wilhelm, Direktor, Bredeneu bei Essen-Ruhr, Graf-Spee-Str. 13.
- Paschkes, E. M., Betriebsdirektor der Fa. <sup>1615</sup> Borsig, Tegel, Spandauer Str. 8 a.
- Patak, Alex., Oberingenieur der Seeschiffahrt A. - G. Atlantica, Budapest, Falk-Miksa-Gasse 20.
- Paucksch, H., Fabrikdirektor, Akt.-Ges. H. Paucksch, Landsberg a. W.
- Pauli, F., Ingenieur, Hamburg, Glockengießergewall 2/4, Wallhof.
- v. Pelken, Kurt, Kapitänleutnant, 2. Matrosen-Artillerie-Regiment.
- Pels, Henry, Fabrikbesitzer, Berlin W 50, <sup>1620</sup> Geisbergstr. 2.
- Penck, Albrecht, Dr., Professor, Geheimer Regierungsrat, Direktor des Museums f. Meereskunde, Berlin NW 7, Georgenstraße 34/36.
- Perleberg, Ernst, Ing., Riga-Hagensberg, Taubenstr. 21.
- Petersen, Bernhard, Zivilingenieur u. Patentanwalt, Berlin SW 46, Hedemannstr. 5.
- Petersen, Otto, Dr.-Ing., Geschäftsführer des Vereins deutscher Eisenhüttenleute, Düsseldorf, Breite Str. 27.
- Petersen, W., Direktor der Charlottenhütte, <sup>1625</sup> Niederschelden-Sieg.
- Petre, Gösta, Geschäftsführer der Fartygsmaterialkontoret Förening U. P. A. Stockholm, Birgerjarlsgatan 11.

- von Petri, Oscar, Dr. phil. h. c., Geheimer Kommerzienrat, Nürnberg, Unt. Pirkheimer Str. 11/13.
- Pfenninger, Carl, Ingenieur, i. Fa. Melms & Pfenninger, München, Martiusstr. 7.
- Pfleiderer, Carl, Dr.-Ing., Professor an der Technischen Hochschule, Braunschweig.
- <sup>1630</sup> Pickardt, Felix, Dr. phil., Verlagsbuchhändler, Berlin NW 7, Georgenstr. 23.
- Piehler, C., technischer Direktor, Wesft. Stahlw. A.-G., Bochum i. W., Königsallee 30.
- Pieper, Oberpostinspekt., Büchereivorsteher, Berlin W 66, Reichspostamt.
- Piper, C., Direktor der Neuen Dampfer-Compagnie, Stettin.
- Platz, Richard, Generaldirektor der Hackethal Draht- und Kabel-Werke A.-G., Hannover, Richard-Wagner-Str. 23.
- <sup>1635</sup> von Plettenberg-Mehrum, Freiherr, Rittergutsbesitzer, Haus Mehrum bei Vörde, Niederrhein.
- Poensgen, C. Rud., Kommerzienrat, Düsseldorf, Jägerhofstr. 7.
- Pohlmann, Walther, Dipl.-Ing., Frankfurt a. M., Mendelssohnstr. 82.
- Polnay v. Tizasüly, Eugen, Generaldirektor der Atlantica Seeschiffahrt A.-G., Budapest, Fale Miksa utca 20.
- Pophanken, Erich, Dipl.-Ing., Friedr. Krupp A.-G., Germaniawerft, Kiel, Schumacherstraße 7.
- <sup>1640</sup> Pötter, Wilh., Direktor, in Fa. Ferd. Müller, Hamburg, Mittelstr. 46.
- Potthoff, Hermann, Regierungsbaumeister a. D., Direktor des Rheinischen Metallwaren- und Maschinenfabrik, Düsseldorf, Sybelstr. 1.
- Prager, Curt, Ingenieur, Berlin-Wilmersdorf, Nikolsburger Str. 6.
- Prandtl, Ludw., Dr., Prof. a. d. Universität in Göttingen, Göttingen, Bergstr. 15.
- Predöhl, Max, Dr. jur., Magnificenz, Bürgermeister, Hamburg, Harvestehuder Weg 28.
- <sup>1645</sup> Prégardien, J. E., Ingenieur für Dampfkesselbau, Bitburg, Bez. Trier.
- Preiss, Günther, Schiffbauingenieur, Hamburg 24, Ifflandstr. 55.
- Presting, Wilhelm, Hofbuchhändler, Dessau, Neumarkt 7.
- Prieger, H., Direktor der Maschinenfabrik, Berlin-Oberschöneweide.
- Projahn, Heinr., OBERINGENIEUR DES GELSENKIRCHENER BERGWERKS, A.-G., GELSENKIRCHEN, Oskarstr. 16.
- Quitmann, R., Ingenieur u. Vertreter, Berlin-<sup>1650</sup> Westend, Eichenallee 26.
- Radinger, A. E., Fabrikdirektor, Düsseldorf, Scheibenstr. 57.
- Rahtjen, John, Kaufmann, Hamburg, Mittelweg 19.
- Rahtjen, J., Frank, Kaufmann, Berlin-Wilmersdorf, Kaiserallee 43.
- Ranft, P., Baurat, Leipzig, Kurze Str. 1.
- Raps, Aug., Dr., Prof., Direktor von Siemens & <sup>1655</sup> Halske, Westend, Nonnendamm.
- Raschen, Herm., Ingenieur der Chem. Fabriken Griesheim-Elektron, Griesheim a. M.
- Rathenau, W., Dr. Vorsitzender des Aufsichtsrats der A. E. G., Berlin NW 40, Friedrich-Karl-Ufer 4.
- Redenz, Hans, Direktor bei Haniel & Lueg, Düsseldorf-Grafenberg.
- Redlin, Gerichtsassessor a. D., Berlin SW 11, Askanischer Platz 3.
- Regenbogen, Konrad, Maschinenbau-Direktor <sup>1660</sup> der Friedr. Krupp A.-G., Germaniawerft, Kiel.
- Rehder, M., Dr.-Ing., Dockenhuden, Elbe, Fritz-Reuter-Str. 4.
- Rehfeld, Ernst, Direktor, Berlin-Karlshorst, Rheinsteinstr. 15.
- Rehfus, Wilh., Dr.-Ing., Danzig, Gralathstraße 5a.
- Rehmann, Fritz, Direktor der Reederei Stachelhaus & Buchloh, G. m. b. H., Mülheim a. d. Ruhr, Friedrichstr. 28.
- Reichel, Maximilian, Königlicher Brand-<sup>1665</sup> direktor, Berlin SW. 19, Lindenstr. 41.
- Reichel, W., Dr.-Ing., Professor, Direktor der Siemens-Schuckert-Werke, Berlin-Lankwitz, Beethovenstr. 14.
- Reichwald, Willy, Siegen, Giersbergstr. 13.
- Reimers, W., Dipl.-Ing., Oberinspektor der Roland-Linie A.-G., Bremen.



- Reinbeck, Dr. jur., Richter und Vorsitzender d. Seeamts Bremerhaven, Am Deich 97, III.
- <sup>1670</sup> Reinhardt, Karl, Ingenieur, Direktor bei Schüchtermann & Kremer, Dortmund, Göbenstr.
- Reinhardt, Philipp, Großkaufmann, Mannheim, Werderstr. 57—59.
- Reinhold, Carl, Ingenieur und Inhaber der Berliner Asbest-Werke, Berlin-Reinickendorf, Tegel, Veitstr. 16.
- Reinhold, Hermann, Kommerzienrat und Fabrikbesitzer, Berlin NW 23, Händelstraße 3.
- Reiser, August, Kaiserl. Türkischer Generalkonsul, Direktor der Rheinischen Creditbank, Mannheim, Sophienstr. 14.
- <sup>1675</sup> Rellstab, Ludwig, Dr., Direktor der A.-G. Mix & Genest, Berlin-Grünwald, Friedrichsruher Str. 30.
- Reusch, Paul, Dr.-Ing., Kommerzienrat, Vorstandsmitglied der Gutehoffnungshütte, Oberhausen, Rheinland.
- Reuter, Wolfgang, Generaldirektor der Deutschen Maschinenfabrik-A.-G. Duisburg, Duisburg.
- Richter, Hans, Kaufmann, Westend, Ulmenallee 30.
- Richter, Carl August, Korvettenkapitän a. D., Essen (Ruhr), Friedr. Krupp A.-G.
- <sup>1680</sup> Richter, Alfred, Obering., Berlin W 9, Linkstraße 12.
- Richter, Oberpostdirektor, Bremen, Domsheide 15.
- Rickert, F., Dr., Verleger der „Danziger Zeitung“, Danzig.
- Riedel, Karl, Schiffsoffizier, Mannheim, Hauptstr. 137.
- Riemer, Julius, Direktor der Firma Haniel & Lueg, Düsseldorf-Grafenberg.
- <sup>1685</sup> von Rieppel, A., Dr.-Ing., Geh. Baurat und Fabrikdirektor, Reichsrat, Nürnberg 24.
- Ringe, Hermann, Werftdirektor, Lehe bei Bremerhaven, Hafenstr. 224.
- Rischowski, Alb., Vertreter der Firma Caesar Wollheim, Breslau, Königsplatz 2.
- Ritter, Th., i. Fa. Woermann-Linie, Hamburg 39, Willistr. 15.
- Ritter, Walter, Ingenieur, Teilhaber der Deutschen Apelia Ges., Leipzig, Blücherstraße 19.
- Röchling, L., Kommerzienrat u. Fabrikbesitzer, Völklingen a. d. Saar. <sup>1690</sup>
- Rogge, A., Marine-Oberstabs-Ingenieur a. D., Berlin-Charlottenburg, Knesebeckstr. 16.
- Rogge, Kontre-Admiral und Departementsdirektor im R.-M.-A., Berlin-Wilmersdorf, Nikolsburger Str. 8/9, II.
- Rohde, Paul, Inhaber der Fa. Otto Mannsfeld & Co., Magdeburg, Halberstädter Str. 8, II.
- v. Rolf, W., Freiherr, Direktor, Düsseldorf 71, Berger-Ufer 1.
- Rolle, M., Architekt, Brunshaupten, Mecklbg., <sup>1695</sup> Bülowweg 158.
- Rollmann, Admiral z. D., Exzellenz, Blankenburg a. H., Rübelerstr. 2.
- Rompano, C., Schiffbau-Ingenieur, Hamburg 19, Weidenstieg 8, III.
- Roser, E., Dr.-Ing., Direktor, Mülheim-Ruhr, Mellingerstr. 90.
- Roser, Heinrich, Dipl.-Ing., Mülheim-Ruhr, Friedrichstr. 69.
- Roth, H., Geheimer Kommerzienrat, Dessau, <sup>1700</sup> Wilh.-Müller-Str. 4.
- Roth, Valentin, Ingenieur, Kiel-Kronshagen, Hasselkamp 103.
- Rudeloff, Professor, Geh. Reg.-Rat, Direktor des königl. Materialprüfungsamtes, Berlin-Groß-Lichterfelde-West, Fontanestr. 22.
- Rudeloff, Alexander, Dipl.-Ing., Bremen, Holler-Allee 23.
- Rump, Ernst, Kaufmann, Hamburg, Breite Straße 4.
- Rump, Wilh., Kaufm., Hamburg, Breite Str. 34. <sup>1705</sup>
- Rupert, Oscar, Kaufmann, in Firma H. J. Merck & Co., Hamburg, Dovenhof 6.
- Sachs, Berthold, Direktor der Flexilis-Werke A.-G., Berlin-Wittenau.
- Sachse, Walter, Kapitän und Oberinspektor der Hamburg-Amerika-Linie, Hamburg, Parkallee 62.
- Sachsenberg, P., Kommerzienrat, Mitglied des Vorstandes d. Fa. Gebrüder Sachsenberg A.-G., Roßlau a. E.

- <sup>1710</sup> Sack, C., Helmuth, Dr. med., Feldafing, Starnberger See.
- Sadger, Adolph, Ingenieur, Direktor, Berlin-Tempelhof, Saalburgstr.
- Saefkow, Otto, Kaufmann, Hamburg 13, Schlüterstr. 5.
- Saeftel, Hüttendirektor, Berlin-Charlottenburg, Kaiserdamm 89, I.
- Salomon, B., Professor, Frankfurt a. M., Westendstr. 25.
- <sup>1715</sup> Sanders, Ludwig, Kaufmann, Hamburg, Heinhuderstr. 31.
- Sarnow, Albert, Ingenieur, Stettin, Gartenstraße 13.
- Sarnow, Hans, Kaufmann, in Firma Huth & Co., Hamburg.
- Sartori, A., Konsul und Reeder, in Fa. Sartori & Berger, Kiel.
- Sartori, P., Konsul und Reeder, in Fa. Sartori & Berger, Kiel.
- <sup>1720</sup> Sass, Friedr., Dipl.-Ing., Berlin-Charlottenburg, Sophie-Charlotte-Str. 57/58.
- Sattler, Bruno, Technischer Direktor, Kattowitz O.-S., Friedrichstr. 35.
- Schaeffer, Ernst, Direktor der Pallas-Ver-gaser Ges., Berlin-Halensee, Kurfürstendamm 145.
- Scharrer, G., Kaufm., Duisburg, Unterstr. 84.
- Schärffe, Franz, Ingenieur, Lübeck, Engels-wisch 42/48.
- <sup>1725</sup> Schauseil, M., Direktor der Seeberufs-Genossenschaft, Hamburg 11, Beim alten Waisenhaus 1.
- Scheehl, Georg, Oberingenieur, Berlin-Charlottenburg, Niebuhrstr. 70.
- Scheller, Wilh., Oberingenieur, Leiter der Versuchsanstalt Prof. Junkers, Aachen, Bachstr. 34.
- Schellhaß, Ernst, Kaufmann, Danneborth b. Gerdshagen, Meckl.-Schwerin.
- Schenck, Max, Direktor von Schenck und Liebe-Harkort, G. m. b. H., Düsseldorf-Obercassel, Sonderburger Str. 5a.
- <sup>1730</sup> Schetelig, Claudio, Dipl.-Ing., Essen-Ruhr, Rüttenscheider Platz 9.
- v. Schichau, Rittergutsbesitzer, Pöhren b. Ludwigsort, Ostpr.
- Schiele, Ernst, Dr.-Ing., Ingenieur und Inhaber der Fa. Rud. Otto Meyer, Hamburg 23, Pappelallee 23/25.
- Schilling, Dr., Professor, Direktor der Seefahrtsschule, Bremen.
- Schilling, Ernst, Direktor, Dortmund, Knap-penbergerstr. 112.
- Schimmelbusch, Julius, Oberingenieur, <sup>1735</sup> Darmstadt, Grüner Weg 95.
- Schinkel, Max, Vorsitzender d. Aufsichtsrats der Reiherstieg-Schiffswerfte u. Maschinenfabrik, Hamburg, Adolphsbrücke 10.
- Schirmacher, Albert, Ingenieur u. Fabrik-direktor, Berlin-Schöneberg, Meraner Str. 4.
- Schlächter, Wilhelm, Ober-Ingenieur, Ham-burg, Papenhuder Str. 58.
- Schlick, E., Hamburg 39, Bellevue 2.
- Schlieper, Kontre-Admiral z. D., Berlin- <sup>1740</sup> Charlottenburg, Württembergallee 27.
- Schmadalla, Joh., Ingenieur und Lehrer für Masch.- und Schiffbau a. d. Navigations-schule Lübeck, Lübeck, Marlistr. 9b.
- Schmelzer, Hermann, Ingenieur, Kassel, Uhlandstr. 4.
- Schmid, C., Direktor, Berlin-Charlottenburg, Königsweg 29.
- Schmid, Ehrhardt, Vize-Admiral, Exzellenz, Wilhelmshaven.
- Schmidt, Emil, Ingenieur, Hamburg-Uhlen- <sup>1745</sup> horst, Herder-Str. 64.
- Schmidt, Karl, Prokurist der A. E. G., Berlin NW 40, Friedrich-Karl-Ufer 2/4.
- Schmidt, Max, Ingenieur, Direktor, Hirschberg i. Schles.
- Schmidt, Wilh., Dr.-Ing., Königl. Baurat, Wilhelmshöhe b. Kassel.
- Schmidt, Wilh., jun., Ingenieur, Wernigerode a. Harz, Amelungsweg 4.
- Schmidtlein, C., Ingenieur und Patentanwalt, <sup>1750</sup> Berlin SW 46, Königgrätzer Str. 87.
- Schmiedgen, Alfred, Direktor, Wittenau bei Berlin, Hauptstr. 60.
- Schmitt, A., Fabrikdirektor, Laurahütte O.-S.
- Schmitt, Ludwig, Direktor, Dresden-A., Wiener Str. 5.
- Schmitz, Paul, Fabrikdirektor, Brake i. Olden-burg.
- Schneider, Heinrich, Dipl.-Ing., Hamburg, <sup>1755</sup> Ober-Borgfelde 53.

- Schnell, Robert, Dipl.-Ing., Oberingenieur der Rappmotoren-Werke, München, Herzogstr. 95.
- Schnoeckel, Gustav, Zivilingenieur, Berlin-Charlottenburg 9, Lindenallee 26.
- Schnorr, Aug., Generaldirektor der Münden-Hildesheimer Gummiwaren - Fabriken, Gebr. Wetzell A.-G., Hildesheim.
- Schönbach, Victor, Dr. techn., k. k. Oberbau- rat, Generaldirektor der Maschinenfabrik Breitfeld, Danek & Co., Prag-Karolinenthal.
- <sup>1760</sup> Schöniau, Hans, Dipl.-Ing., Oberingenieur und Prokurist der Gebr. Körting A.-G., Linden bei Hannover, Blumenauer Str. 1.
- Scholz, Max, Fabrikdirektor, Berlin-Gr- Lichterfelde-West, Paulinenstr. 8.
- Schoof, Karl, Direktor, Frankfurt a. M., Beethovenstr. 7 B.
- Schrader, Vize-Admiral und Direktor des Konstruktions-Departements im Reichs- Marine-Amt, Exzellenz, Berlin W 10, Kö- nigin-Augusta-Straße 38—42.
- Schröder, Carl, Oberingenieur und Prokurist, Gleiwitz, O.-S., Wilhelmstr. 30.
- <sup>1765</sup> Schröder, Emil, Ingenieur, Dresden - A., Niederwald-Platz 1, I.
- Schroeder, Franz O., Kapitänleutnant a. D., Zivil - Ingenieur, Berlin - Lichterfelde, Boothstr. 18.
- Schrödter, E., Dr.-Ing., Ingenieur, Düssel- dorf, Breite Str. 27.
- Schroedter, C., Herausgeber und Chef- redakteur der Hansa, Hamburg, Steinhöft 3.
- Schrüffer, Alexander, Dr., Rechtsanwalt, Direktor der Reparatur-Abtlg. der deut- schen Versicherungsbank, G. m. b. H., Berlin-Neutempelhof, Mussehlstr. 22.
- <sup>1770</sup> v. Schuh, Georg, Dr., Oberbürgermeister a. D., Kgl. Geheimer Hofrat, Starnberg, Villa Maria.
- Schuler, W., Dr., Oberingenieur, Berlin- Wilmersdorf, Paulsborner Str. 3.
- Schult, Hans, Ingenieur, i. Fa. W. A. F. Wiech- horst & Sohn, Hamburg 23, Wandsbecker Chaussee 38.
- Schulte, F., Oberingenieur der Harpener Bergbau - Akt.-Ges., Dortmund, Saar- brücker Str. 49.
- Schultze, Aug., Geh. Kommerzienrat, Direktor der Oldenburg - Portug. Dampf- schiffs-Reederei, Hochkamp, Bez. Ham- burg 1, Bismarckstr. 6.
- Schultze, Moritz, Direktor, Magdeburg, <sup>1775</sup> Kaiser-Str. 28.
- Schulz, Gustav Leo, Berlin W 15, Kur- fürstendamm 59.
- Schulze - Vellinghausen, Ew., Fabrik- besitzer, Düsseldorf, Sternstr. 18.
- Schumann, C., Fabrikdirektor, Hamburg 20, Eppendorfer Landstr. 79.
- Schumann, Ernst, Ingenieur, Berlin-Char- lottenburg, Schloßstr. 9.
- Schütte, Alfred, H., Kommerzienrat, Inhaber <sup>1780</sup> d. Fa. Alfr. H. Schütte, Köln-Deutz, Rhein- allee.
- Schüttler, Paul, Ingenieur, Direktor der Pallas-Vergaser-Ges., Berlin-Wilmersdorf, Paulsborner Str. 1.
- Schwanhäusser, Wm., Dir. d. International Steam Pump Co., 115 Broadway, New York.
- Schwarz, Karl, Oberingenieur u. Prokurist. der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, Nürnberg-Werderau, Reichelderfer Str. 39.
- v. Schwarze, Fritz, Betriebs-Chef, Oberschl. Eisenbahn-Bedarfs Akt.-Ges. Abt. Huld- schinskywerke, Gleiwitz, Kronprinzenstr. 9.
- v. Schwarze, Horst, Dipl.-Ing., Hochofen- und Gießerei-Chef der Georgs-Marien- Hütte, Osnabrück, Schlagvorderstr. 3.
- Schwebsch, A., Dipl.-Ing., Kiel, Lerchen- straße 4.
- Seebohm, Kapitän zur See, Berlin W 10, Königin-Augusta-Straße 38/42.
- Seiffert, Franz, Direktor der Akt.-Ges. Franz Seiffert & Co., Berlin-Ebers- walde, Berlin SO 33, Köpenicker Str. 154a.
- Seiler, Max, Patentanwalt, Berlin SW 61, Belle-Alliance-Platz 6a.
- Senff, E., Fabrikbesitzer, Düsseldorf, Garten- straße 68.
- Sening, Aug., Fabrikant, i. Fa. F. A. Sening, Hamburg, Vorsetzen 25/27.
- Seyffert, Ernst, Direktor der Bremer Tau- werkfabrik A.-G., Grohn-Vegesack.
- Siebel, Werner, Fabrikbesitzer, i. Fa. Bau- artikel-Fabrik A. Siebel, Düsseldorf- Grafenberg, Lindenstr. 255.

- Siebert, G., Direktor der Firma F. Schichau, Elbing, Altstadt. Wallstr. 10.
- <sup>1795</sup> Siebert, Walter, Dipl.-Ing., Berlin-Friedenau, Kaiserallee 110.
- Siedentopf, Otto, Ingenieur und Patentanwalt, Berlin SW 68, Belle-Alliance-Platz 8.
- Sieg, Waldemar, Königl. Italienischer Konsul, Direktor der Danziger Rhederei-Akt.-Ges. und Vorstandsmitglied der See-Berufsgenossenschaft, Danzig, Langenmarkt 20.
- Siegmund, Walter, Direktor der „Turbinia“, Aktien-Gesellschaft, Berlin W 66, Leipziger Straße 123a.
- Siemens, S., Maschineninspektor, Bremen, Dampfschiffahrts Ges. „Neptun“.
- <sup>1800</sup> v. Siemens, Carl F., Ingenieur, Berlin SW 11, Askanischer Platz 3.
- Siemens, Ernst, Major a. D., Cassel, Königstr. 26.
- Simmersbach, Oskar, Professor, Breslau 18, Scharnhorststr. 5.
- Simony, Theophil, Ingenieur, Gleiwitz O.-S., Keith-Str. 4.
- von Simson, Herm. Ed., Kapitänleutnant a. D., Essen-Ruhr, Friedr. Krupp, A.-G.
- <sup>1805</sup> Sitte, H., Direktor der Maffei-Schwartzkopff-Werke, Berlin-Steglitz, Siemensstr. 30a.
- Söder, W., Dr. jur. Großherzogl. Sächsischer Konsul, Direktor der Behringwerke, Bremen, Richard-Wagner-Str. 9.
- Söhngen, F., Fabrikdirektor, Dortmund, Alexanderstr. 8.
- Soltau, J., Ingenieur, Harburg a. E., Schloßbezirk 4.
- Somfleth, J. P., Direktor des Eisenwerks, vorm. Nagel & Kemp. A.-G., Hamburg 39.
- <sup>1810</sup> Sonne, Otto, Professor, Hauptschriftleiter d. Ill. Zeitung, Leipzig, Reudnitzerstr. 1—7.
- Sonneck, Max, Ingenieur, Kiel, Bergstr. 5.
- Sorge, Kurt, Dr.-Ing., Vorsitzender Direktor des Friedr. Krupp Grusonwerk, Magdeburg-Buckau, Freiestr. 23—26.
- Sorge, Otto, Ingenieur, Berlin - Grunewald, Charlottenbrunner Straße 44.
- Spangenthal, Hugo, Kaufmann, Berlin NW 40, Kronprinzenufer 4.
- <sup>1815</sup> Spannhake, Wilhelm, Dipl.-Ing., Hamburg, Gryphiusstr. 7.
- Späth, H., Generaldirektor, Düsseldorf, Ehrenstr. 44.
- Specht, Rud., Dipl.-Ing. und Patentanwalt, Hamburg, Spitalerstr. 11.
- Spitzer, Julius, Ingenieur, Direktor der Witkowitz Bergbau- und Eisenhütten-gewerkschaft, Eisenwerk Witkowitz, Mähren.
- Spreckelsen, Willy, Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Bremen, Wachmannstr. 22.
- Sprenger, William, Kapitän und Reeder, <sup>1820</sup> Stettin, Poststr. 28.
- Sprickerhof, Albert, Eisenbahndirektor a. D., Berlin W 30, Am Karlsbad 10.
- Springer, Fritz, Verlagsbuchhändler, Berlin W 9, Linkstr. 23/24.
- Springer, Julius, Verlagsbuchhändler, Zehlendorf-West, Schillerstr. 10.
- Springorum, Fr., Dr.-Ing., Kommerzienrat und Generaldirektor der Eisen- und Stahlwerke Hoesch, A.-G., Dortmund, Eberhardtstr. 20.
- Stachelhaus, Herm., Reeder u. Fabrikant <sup>1825</sup> i. Fa. Stachelhaus & Buchloh, Mannheim E. 7. 22.
- Staffel, E., Fabrikbes., Witzenhausen, Bez. Cassel.
- Stahl, Paul, Direktor der Stettiner Maschinenbau-Act.-Ges. Vulcan, Hamburg 20, Heiligwigstr. 122.
- Starkmann, Em., Vertreter der Actiengesellschaft „Weser“ in Bremen, Berlin W 30, Viktoria-Luise-Platz 9.
- v. Stauß, E. G., Direktor der Deutschen Bank, Berlin-Dahlem, Cecilienallee 14/16.
- Stein, C., Ingenieur, Direktor der Gas- <sup>1830</sup> motorenfabrik „Deutz“, Berlin-Charlottenburg, Kaiserdamm 8.
- Stein, Erhard, Fabrikant, Hannover, Stüvestraße 7.
- Stein, Rich, jr., Fabrikant, Hannover, Stüvestraße 7.
- Steinbiss, Karl, Präsident der Königl. Eisenbahndirektion Kattowitz, Kattowitz O.-S., Wilhelmsplatz 10.
- Steinmeyer, Carl, Marine-Stabs-Ingenieur a. D., Berlin-Wilmersdorf, Berliner Str. 8.
- Stelljes, Erich, Maschinenbau-Ingenieur, <sup>1835</sup> Bremen, Doventorsteinweg 52, pt.
- Stender, W., Ingenieur, Moskau, Tschistye Prudy, Mylnikow Pereulok 4 10.

- Stentzler, Carl, Vertreterin-u. ausländischer Berg-, Hütten- u. Walzwerke, Berlin-Friedenau, Wilhelm-Hauff-Str. 5.
- Stern, Manu, Direktor der Telefon-Fabrik A.-G., Berlin SO 16, Köpenicker Str. 55.
- Sternberg, Oscar, Königl. Schwed. Vice-Konsul, Generaldirektor, Mannheim, Augusta-Anlage 33.
- <sup>1840</sup> Stinnes, Leo, Reeder, Mannheim D 7. 12.
- Stöckmann, E., Technischer Direktor, Annen i. Westf.
- Stoedtner, Georg, Chefindenieur, Hamburg, Isestr. 79.
- Stoeßel, Paul, Fabrikbesitzer, Düsseldorf, Alt-Pempelfort 24.
- Storck, O., Kaufm. Direktor, Werft Nobiskrug, Rendsburg.
- <sup>1845</sup> Strasser, Geh. Regierungsrat, Direktor im Kaiserlichen Patentamt, Berlin W 15, Fasanenstr. 64.
- Stromeyer, Kontreadmiral z. D., Berlin-Dahlem, Königin - Luise - Str. 14 (Post Steglitz).
- Strube, Dr. A., Bankdirektor, Deutsche Nationalbank, Bremen, Graf - Moltke - Straße 51.
- Struck, H., Prokurist der Firma F. Laeisz, Hamburg, Trostbrücke 1.
- Stubmann, P., Dr. phil., Geschäftsführer, Hamburg, Mönckebergstr. 27.
- <sup>1850</sup> Stumpf, Johannes, Geheimer Regierungsrat u. Professor, Berlin W 15, Kurfürstendamm 33.
- Sugg, Direktor der Vereinigten Königs- und Laurahütte A.-G., Breslau, Morgenzeile 19.
- Suling, Baudirektor der Abteilung Strom- u. Hafenanbau, Bremen, Werderstr. 1.
- Suppán, C. V., Schiffsoberinspektor, Wien III, Donau-Dampfschiffs-Direktion.
- Surenbrock, W., Direktor, Hamburg, Kl. Grasbrook, Reiherstieg-Schiffswerfte.
- <sup>1855</sup> Sylvester, Emilio, Betriebsdirektor, Friedr. Krupp, A.-G., Friedrich - Alfred - Hütte, Rheinhausen-Friemersheim.
- Szymanski, Ingenieur, Wilhelmshaven-Rüstringen 2, Holtermannstr. 23.
- Tecklenborg, Ed., Kaufmann, Direktor der Schiffswerft von Joh. C. Tecklenborg Akt.-Ges., Bremen, Parkstr. 41.
- Tecklenborg, Fritz, Kaufmann, Geestemünde, Barbarossastr. 9.
- Tenge, Ober-Regierungsrat, Vortragender Rat im Großh. Old. Staatsministerium, Oldenburg Gr., Grüne Str. 10.
- Tetens, F., Dr. jur., Direktor der Aktien-Gesellschaft „Weser“, Bremen, Parkstraße 87.
- Theobald, Wilhelm, Gesellschafter und Direktor der Vereinigten Asbestwerke, Danco-Wetzell & Co., G. m. b. H. Dortmund, Knappenbergerstr. 109.
- Thielbörger, Gustav, Ingenieur, Neckarsulm i. Württbg., Schillerstr. 595.
- Thiele, Ad., Kontre-Admiral z. D., Reichskommissar bei dem Seeamte Bremerhaven, Bremen, Lothringer Str. 21.
- Thiele, J., Marine - Oberstabsingenieur, Hannover-Waldheim, Ottostr. 2, II.
- Thoma, Dr.-Ing., Gotha, Schöne Allee 6. <sup>1865</sup>
- Thomas, Paul, Direktor, Düsseldorf, Achenbachstr. 6.
- Thulin, C. G., Italienischer Generalkonsul und Reeder, Stockholm (Schweden), Skeppsbron 34.
- Thulin, P. G., Vize - Konsul, Stockholm, Skeppsbron 34.
- Thyen, Heinr. O., Konsul, i. Fa. G. H. Thyen, Brake.
- Tolksdorf, B., Patentanwalt, Berlin W 9, <sup>1870</sup> Potsdamer Str. 139.
- Tonne, Carl Gust., Kommerzienrat, Magdeburg, Villa auf dem Werder.
- Trappen, Walter, Generaldirektor, Honnef a. Rhein.
- Traub, Alois, Oberingenieur, Berlin-Charlottenburg, Sybelstr. 50.
- Trauboth, Walter, Oberingenieur, Berlin-Friedenau, Offenbacher Str. 2.
- Trenkler, Albert, Marine - Stabsingenieur, <sup>1875</sup> Kiel, Holtenuer Str. 127.
- Trommsdorff, Bibliothekar, Danzig, Technische Hochschule.
- Uhlig, Carl Hugo, Direktor, Chemnitz, Barbarossastr. 4.

- Ullstein, Louis, Verleger, Berlin SW 86, Kochstr. 23/24.
- Ulmer, Conrad, Direktor, Düsseldorf, Achenbachstr. 28, II.
- 1880 Urlaub, Fr., Direktor, Neumühlen-Dietrichsdorf bei Kiel, Howaldtswerke.
- Usener, Hans, Dr. phil., Fabrikant, Kiel, Holtenauer Str. 62.
- Vahland, Otto, Direktor, Bremen, Schlachte 21.
- Vehling, H., Hüttendirektor, Vorst.-Mitgl. der Gelsenkirchener Bergwerks-Akt.-Ges., Aachen-Rothe-Erde.
- Vielhaben, G. W., Dr. jur., Rechtsanwalt, Hamburg 24, Papenhuderstr. 1.
- 1885 van Vloten, Hüttendirektor, Hörde i. W.
- Voerste, Otto, Oberingenieur, Kiel, Schillerstraße 17.
- Vogel, Hans, Ingenieur, Kiel, Waitzstr. 44.
- Vögler, Albert, Generaldirektor, Dortmund, Union.
- Voit, Wilhelm, Zivilingenieur, Berlin-Steglitz, Grunewaldstr. 10.
- 1890 Volckens, Wm., Geheimer Kommerzienrat, Hamburg 11, Adolphsplatz 6, Börsenhof.
- Vollbett, O., D., Betriebschef des Reparaturbetriebes der Vulcan-Werke, Hamburg, Am Weiher 23.
- Vollbrandt, Adolf, Kaufmann, Freiburg i. Br., Bayernstr. 6.
- Vorwerk, Ad., Kaufmann, Hamburg, Mönkeberg 11.
- Wacha, Karl, Direktor der Görlitzer Maschinenbau-A.-G., Görlitz, Lindenweg 2.
- 1897 Wachtel, Dagobert, Ingenieur und Fabrikbesitzer, Berlin NW 7, Sommerstr. 5.
- Wagenführ, H., Ober-Ingenieur der Allgem. Elektrizitäts-Gesellsch., Bremen, Wall 108.
- von Waldthausen, August, Kommerzienrat, Düsseldorf, Goltsteinstr. 28.
- Waldschmidt, Walther, Dr. jur., Justizrat, Direktor der Ludw. Loewe & Co., Aktiengesellschaft, Berlin NW 87, Huttenstr. 17.
- Walloch, F., Ing., Direktor d. C. Lorenz, A.-G., Berlin W 30, Luitpoldstr. 19.
- 1900 Wallwitz, Franz, Direktor der Vulcan-Werke, Groß-Flottbek, Geibelstr. 4.
- Wanner, Theodor G., Fabrikant, Kgl. belg. und Kgl. schwed. Konsul, Stuttgart, Königstr. 15.
- Warnholtz, Max, Direktor der Hamburg-Amerika-Linie, Hamburg, Alsterdamm 25.
- Wätjen, Georg W., Generalkonsul und Reeder, Bremen, Postfach 678.
- Weber, Ed., Kaufmann, Hamburg, Brüggehaus.
- Weber, Fritz, Ingenieur, Helgoland, Siemens-Terrasse. 1905
- Weber, Horst, Hofrat, Verlagsbuchhändler, Leipzig, Reudnitzer Str. 17.
- Weber, Moritz, Professor an der Kgl. techn. Hochschule zu Berlin, Nicolassee, Luckhofstr. 19.
- Weber, Richard, Fabrikant, Berlin SO 26, Kottbuser Ufer 41.
- Wedemeyer, Carl, Hüttendirektor, Sterkrade Rhld., Hüttenstr. 16.
- Wehrlin, Harry, Ober-Ingenieur, Groß-Lichterfelde, Mittelstr. 6. 1910
- Weickmann, Albert, Patentanwalt und Ingenieur, München, Steinbacherstr. 2, II (Bogenhausen).
- Weidert, Franz, Dr. phil., Direktor der optischen Anstalt „Goerz“ A.-G., Berlin-Lichterfelde, Potsdamer Str. 32.
- Weidman, Victor, Dr., Geheimer Bergrat, Generaldirektor, M. d. H., Schloß Rahe, Gemeinde Laurenberg, Landkreis Aachen.
- Weinlig, O. Fr., Generaldirektor d. Dillinger Hüttenwerke A. - G., Dillingen - Saar (Rh.-Pr.).
- Weisdorff, E., Generaldirektor der Burbacherhütte, Burbach a. Saar. 1915
- Weise, Max, Kommerzienrat, Fabrikbesitzer, Kirchheim-Teck, Württemberg.
- Weittenhiller, R., Direktor, Deutsche Masch.-Fabr. A.-G., Duisburg, Prinzenstraße 22.
- Welin, Axel, Ingenieur, Hopetoun House, Lloyds Avenue, London E. C.
- Welzel, Alfred, Ober-Ingenieur, Leipzig-Gohlis, Cöthener Str. 54.
- Wember, Gustav, Direktor, Berlin W 15, Wielandstr. 25/26. 1920
- Wendemuth, Baurat u. Mitglied der Wasserbau-Direktion, Hamburg 14, Dalmannstr.
- Wendler, H., Maschinenbau - Dipl. - Ing., Hamburg 39, Krahnmannstr. 28 pt.

- Wenske, Wilhelm, technischer Direktor  
Rüsselsheim a. M.
- Werner, Dr.-Ing., Fabrikbesitzer, Düsseldorf, Lindemannstr. 47.
- <sup>1925</sup> Werner, Rich., Direktor der Siemens-Schuckertwerke, Berlin-Siemensstadt.
- Werners, Paul, Dipl.-Ing. bei Breuer, Schumacher & Co., A.-G., Cöln-Kalk.
- West, Freg.-Kapitän, Kommandant S. M. S. „Albatros“, Cuxhaven.
- Wessels, Joh., Fr., Senator, Bremen, An der Weide 15.
- Wettin, Paul, Kapitän des Norddeutschen Lloyd, Danzig, Schichauwerft.
- <sup>1930</sup> Wever, Adolf, Kaufmann, Hamburg, Esplanade 5-9.
- Wichmann, Otto, Besitzer der Alster-Dampfboote, Hamburg, Mittelweg 151.
- Wiecke, A., Generaldirektor, Lauchhammer.
- Wiedmann, M. W., Generaldirektor der Rappmotoren-Werke, München, Wiedenmayerstr. 38.
- Wiegleb, Hermann, Oberingenieur, Düsseldorf, Rathausufer 17.
- <sup>1935</sup> Wieland, Philipp, Kommerzienrat, Ulm a. D., Neutorstr. 7.
- Wiemann, Fritz, Mitinhaber der Firma Gebr. Wiemann, Brandenburg a./H.
- Wiethaus, O., Geheimer Kommerzienrat u. Generaldirektor, Bonn a. Rh.
- Wikander, E., Stadtrat, Berlin NW 87, Hansa- ufer 3.
- Wilhelmi, J., Ingenieur, Blankenese, Bahnhofstr. 43.
- <sup>194</sup> Wiligut, Imre, Ingenieur, Berlin-Wilmersdorf, Uhlandstr. 96, II.
- Wilms, R., Oberingenieur u. Expert d. Bureau Veritas, Essen-Ruhr, Selmastr. 6.
- Wiltz, Aug., Techn. Direktor d. Fa. Henschel & Sohn, Hattingen-Ruhr, Abt. Henrichshütte.
- Windscheid, G., Kaufmann und k. und k. Österr.-Ung. Vize-Konsul, Rittergut Janitzow, Post Lassau, Greifswald.
- Wingen, H., Kaufmann, Berlin-Marienfelde, „Fritz Werner“ A.-G.
- <sup>1945</sup> Winkler, Viceadmiral z. D., Exzellenz, Saarow b. Fürstenwalde (Spree). Berlin W 50, Würzburger Str. 12/13.
- Winter-Günther, Berthold, Direktor, Nürnberg, Siemens-Schuckertwerke, Vestnordthorgr. 49.
- Wirtz, Adolf, Hüttendirektor der Deutsch-Luxemburgischen Bergwerks- und Hütten-A.-G., Mülheim (Ruhr), Aktienstr. 15.
- Wiß, Ernst, Ingenieur, Griesheim a. M.
- Wittenburg, H. F., Direktor der Rohrbogenwerke, G. m. b. H., Hamburg, Pappelallee 23/25.
- Wittmann, Rudolf, Ingenieur u. Geschäfts-<sup>1950</sup>inhaber der Gußstahlwerke Wittmann A. G., Haspe i. W.
- Wittmer, Kapitän zur See a. D., Berlin NW 7, Georgenstr. 34/36.
- Wolf, Ernst, Marine-Oberstabsingenieur, Wilhelmshaven, Kaiserstr. 34.
- Wolf, Georg, Ingenieur, Direktor der C. Lorenz A.-G., Berlin-Halensee, Kurfürstendamm 157/58.
- Wolf, M., Fabrikbesitzer i. Fa. R. Wolf, Maschinenfabrik, Magdeburg, Editharing 5.
- Wolfenstetter, Maschinenbau-Ingenieur,<sup>1955</sup> Nürnberg, Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.-G.
- Wolff, Ferdinand, Fabrikdirektor, Mannheim, Bismarckplatz 5.
- Wolff, J., Fabrikdirektor, Frankfurt a. M., Mainzer Landstr. 151.
- Wolfram, Siegfried, Dipl.-Ing., Bremen, Gröpelinger Heerstr. 204.
- Wurm, A., Dr., Hüttendirektor, Osnabrück, Venloer Str. 5.
- Wurbach, Fregattenkapitän a. D., Berlin-<sup>1960</sup>Friedenau, Stubenrauchstr. 38, II.
- Würth, Albert, General-Direktor der Gebr. Körting A.-G. Körtingsdorf b. Hannover.
- Zahn, M., Direktor d. Europäischen Petroleum-Union G. m. b. H., Berlin W 8, Mauerstraße 38/40.
- Zapf, Georg, Fabrikdirektor, Cöln-Mülheim.
- Zapp, Adolf, Ingenieur, i. Fa. Robert Zapp, Düsseldorf, Haroldstr. 10 a.
- Zeitschel, Bernhard, Ingenieur, Direktor<sup>1965</sup> der Kriegswirtschafts-A.-G., Haardter Schloß b. Neustadt a. Haardt.
- Ziegler, E. T., Ingenieur, Sterkrade (Rhld.), Steinbrink 108.

Zimmer, Aug., Schiffsmakler und Reeder,  
Fa. Knöhr & Burchardt Nfl., Hamburg 11,  
Neptunhaus.

Zimmermann, Oberingenieur, Berlin-Gr.-  
Lichterfelde-West, Karlstr. 36.

Zirkler, Eduard, Direktor der Schiffswerft  
Uebigau, Dresden - Radebeul, Roon-  
straße 27.

Zöllich, Hans, Dr. phil., Ingenieur, Berlin-  
Westend, Spandauer Berg 6, III.

Zopke, Hans, Professor, Regierungsbau-  
meister a. D., Direktor der technischen  
Staatslehranstalten zu Hamburg und Leiter  
des technischen Vorlesungswesens zu  
Hamburg, Hamburg, Sierichstr. 80.

Zörner, Bergrat und Generaldirektor, Kalk  
bei Köln a. Rhein.

Zürn, W., Mitinhaber und Leiter der Fa.  
W. Ludolph G. m. b. H. Geestemünde,  
Bismarckstr. 11.

Abgeschlossen am 1. Dezember 1917.

***Die Gesellschaftsmitglieder werden im eigenen Interesse ersucht, jede Adressenänderung sofort auf besonderer Karte der Geschäftsstelle anzuzeigen.***

---



## II. Satzungen.

### Gesellschafts - Satzung.

#### I. Sitz der Gesellschaft.

##### § 1.

Die am 23. Mai 1899 gegründete Schiffbautechnische Gesellschaft hat ihren Sitz in Berlin und ist dort beim Königlichen Amtsgericht I als Verein eingetragen.

Sitz.

#### II. Zweck der Gesellschaft.

##### § 2.

Zweck der Gesellschaft ist der Zusammenschluß von Schiffbauern, Schiffsmaschinenbauern, Reedern, Offizieren der Kriegs- und Handelsmarine und anderen mit dem Seewesen in Beziehung stehenden Kreisen behufs Erörterung wissenschaftlicher und praktischer Fragen zur Förderung der Schiffbautechnik.

Zweck.

##### § 3.

Mittel zur Erreichung dieses Zweckes sind:

1. Versammlungen, in denen Vorträge gehalten und besprochen werden.
2. Drucklegung und Übersendung dieser Vorträge an die Gesellschaftsmitglieder.
3. Stellung von Preisaufgaben und Anregung von Versuchen zur Entscheidung wichtiger schiffbautechnischer Fragen.

Mittel zur Erreichung dieses Zweckes.

#### III. Zusammensetzung der Gesellschaft.

##### § 4.

Die Gesellschaftsmitglieder sind entweder:

1. Fachmitglieder,
2. Mitglieder, oder
3. Ehrenmitglieder.

Gesellschaftsmitglieder.

##### § 5.

Fachmitglieder können nur Herren in selbständigen Lebensstellungen werden, welche das 28. Lebensjahr überschritten haben, einschließlich ihrer Ausbildung bezw. ihres Studiums 8 Jahre im Schiffbau oder Schiffsmaschinenbau tätig gewesen sind, und von denen eine Förderung der Gesellschaftszwecke zu erwarten ist.

Fachmitglieder.

## § 6.

**Mitglieder.** Mitglieder können alle Herren in selbständigen Lebensstellungen werden, welche vermöge ihres Berufes, ihrer Beschäftigung, oder ihrer wissenschaftlichen oder praktischen Befähigung imstande sind, sich mit Fachleuten an Besprechungen über den Bau, die Einrichtung und Ausrüstung, sowie die Eigenschaften von Schiffen zu beteiligen.

## § 7.

**Ehrenmitglieder.** Zu Ehrenmitgliedern können vom Vorstande nur solche Herren erwählt werden, welche sich um die Zwecke der Gesellschaft hervorragend verdient gemacht haben.

## IV. Vorstand.

## § 8.

**Vorstand.** Der Vorstand der Gesellschaft setzt sich zusammen aus:

1. dem Ehrenvorsitzenden,
2. dem Vorsitzenden,
3. dem stellvertretenden Vorsitzenden,
4. mindestens vier Beisitzern.

Im Sinne des § 26 des Bürgerlichen Gesetzbuches wird die Gesellschaft vertreten durch:

1. den Vorsitzenden und in dessen Verhinderung den stellvertretenden Vorsitzenden,
2. einen Beisitzer und in dessen Verhinderung einen ihn vertretenden Beisitzer.

Die zur gesetzlichen Vertretung berufenen Personen werden alljährlich in der ordentlichen Hauptversammlung gewählt.

## § 9.

**Ehrenvorsitzender.** An der Spitze der Gesellschaft steht der Ehrenvorsitzende, welcher in den Hauptversammlungen den Vorsitz führt und bei besonderen Anlässen die Gesellschaft vertritt. Demselben wird das auf Lebenszeit zu führende Ehrenamt von den in § 8, Absatz 1 unter 2—4 genannten Vorstandsmitgliedern angetragen.

## § 10.

**Vorstandsmitglieder.** Die beiden Vorsitzenden und die fachmännischen Beisitzer werden von den Fachmitgliedern aus ihrer Mitte gewählt, während die anderen Beisitzer von sämtlichen Gesellschaftsmitgliedern aus den Mitgliedern gewählt werden.

Werden mehr als vier Beisitzer gewählt, so muß der fünfte Beisitzer ein Fachmitglied, der sechste ein Mitglied sein u. s. f.

## § 11.

**Ergänzungswahlen des Vorstandes.** Die Mitglieder des Vorstandes werden auf die Dauer von drei Jahren gewählt. Im ersten Jahre der dreijährigen Wahlzeit scheiden der Vorsitzende und die Hälfte der nicht fachmännischen Beisitzer aus; im zweiten Jahre der stellvertretende Vorsitzende und die Hälfte der fachmännischen Beisitzer; im dritten Jahre die übrigen Beisitzer. Eine Wiederwahl ist zulässig.

## § 12.

**Ersatzwahl des Vorstandes.** Scheidet ein Mitglied des Vorstandes während seiner Amtsdauer aus, so muß der Vorstand einen Ersatzmann wählen, welcher verpflichtet ist, das Amt anzunehmen und bis zur nächsten Hauptversammlung zu führen. Für den Rest der Amtsdauer des ausgeschiedenen Vorstandsmitgliedes wählt die Hauptversammlung ein neues Vorstandsmitglied.

## § 13.

Der Vorstand leitet die Geschäfte und verwaltet das Vermögen der Gesellschaft. Er stellt einen Geschäftsführer an, dessen Besoldung er festsetzt. **Geschäftsleitung.**

Der Vorstand ist nicht beschlußfähig, wenn nicht mindestens vier seiner Mitglieder zugegen sind. Die Beschlüsse werden mit einfacher Mehrheit gefaßt, bei Stimmgleichheit gibt die Stimme des Vorsitzenden den Ausschlag.

Der Geschäftsführer der Gesellschaft muß zu allen Vorstandssitzungen zugezogen werden, in denen er aber nur beratende Stimme hat.

Das Geschäftsjahr ist das Kalenderjahr.

## V. Aufnahmebedingungen und Beiträge.

## § 14.

Das Gesuch um Aufnahme als Fachmitglied ist an den Vorstand zu richten und hat den Nachweis zu enthalten, daß die Voraussetzungen des § 5 erfüllt sind. Dieser Nachweis ist von einem fachmännischen Vorstandsmitgliede und drei Fachmitgliedern durch Namensunterschrift zu bestätigen, worauf die Aufnahme erfolgt. **Aufnahme der Fachmitglieder.**

## § 15.

Das Gesuch um Aufnahme als Mitglied ist an den Vorstand zu richten, dem das Recht zusteht, den Nachweis zu verlangen, daß die Voraussetzungen des § 6 erfüllt sind. Falls ein solcher Nachweis gefordert wird, ist er von einem Mitgliede des Vorstandes und drei Gesellschaftsmitgliedern durch Namensunterschrift zu bestätigen, worauf die Aufnahme erfolgt. **Aufnahme der Mitglieder.**

## § 16.

Jedes eintretende Gesellschaftsmitglied zahlt ein Eintrittsgeld von 20 M. **Eintrittsgeld.**

## § 17.

Jedes Gesellschaftsmitglied zahlt einen jährlichen Beitrag von 20 M., welcher im Januar eines jeden Jahres fällig ist. Sollten Gesellschaftsmitglieder den Jahresbeitrag bis zum 1. Februar nicht entrichtet haben, so wird derselbe durch Postauftrag oder durch Postnachnahme eingezogen. **Jahresbeitrag.**

## § 18.

Gesellschaftsmitglieder können durch einmalige Zahlung von 400 M. lebenslängliche Mitglieder werden und sind dann von der Zahlung der Jahresbeiträge befreit. **Lebenslänglicher Beitrag.**

## § 19.

Ehrenmitglieder sind von der Zahlung der Jahresbeiträge befreit. **Befreiung vor Beiträgen.**

## § 20.

Gesellschaftsmitglieder, welche auszutreten wünschen, haben dies vor Ende des Geschäftsjahres bis zum 1. Dezember dem Vorstände schriftlich anzuzeigen. Mit ihrem Austritte erlischt ihr Anspruch an das Vermögen der Gesellschaft. **Austritt.**

## § 21.

Erforderlichen Falles können Gesellschaftsmitglieder auf einstimmig gefaßten Beschluß des Vorstandes ausgeschlossen werden. Gegen einen derartigen Beschluß gibt es keine Berufung. Mit dem Ausschlusse erlischt jeder Anspruch an das Vermögen der Gesellschaft. **Ausschluß.**

## VI. Versammlungen.

## § 22.

**Versammlungen.** Die Versammlungen der Gesellschaft zerfallen in:

1. die Hauptversammlung,
2. außerordentliche Versammlungen.

## § 23.

**Haupt-  
versammlung.**

Jährlich soll, möglichst im November, in Berlin die Hauptversammlung abgehalten werden, in welcher zunächst geschäftliche Angelegenheiten erledigt werden, worauf die Vorträge und ihre Besprechung folgen.

Der geschäftliche Teil umfaßt:

1. Vorlage des Jahresberichtes von seiten des Vorstandes.
2. Bericht der Rechnungsprüfer und Entlastung des geschäftsführenden Vorstandes von der Geschäftsführung des vergangenen Jahres.
3. Bekanntgabe der Namen der neuen Gesellschaftsmitglieder.
4. Ergänzungswahlen des Vorstandes und Wahl von zwei Rechnungsprüfern für das nächste Jahr.
5. Beschlußfassung über vorgeschlagene Abänderungen der Satzung.
6. Sonstige Anträge des Vorstandes oder der Gesellschaftsmitglieder.

## § 24.

**Außerordent-  
liche  
Versammlungen**

Der Vorstand kann außerordentliche Versammlungen anberaumen, welche auch außerhalb Berlins abgehalten werden dürfen. Er muß eine solche innerhalb vier Wochen stattfinden lassen, wenn ihm ein dahin gehender von mindestens dreißig Gesellschaftsmitgliedern unterschriebener Antrag mit Angabe des Beratungsgegenstandes eingereicht wird.

## § 25.

**Berufung der  
Versammlungen**

Alle Versammlungen müssen durch den Geschäftsführer mindestens 14 Tage vorher den Gesellschaftsmitgliedern durch Zusendung der Tagesordnung bekanntgegeben werden.

## § 26.

**Anträge für  
Versammlungen.**

Jedes Gesellschaftsmitglied hat das Recht, Anträge zur Beratung in den Versammlungen zu stellen. Die Anträge müssen dem Geschäftsführer 8 Tage vor der Versammlung mit Begründung schriftlich eingereicht werden.

## § 27.

**Beschlüsse der  
Versammlungen.**

In den Versammlungen werden die Beschlüsse, soweit sie nicht Änderungen der Satzung betreffen, mit einfacher Stimmenmehrheit der anwesenden Gesellschaftsmitglieder gefaßt.

## § 28.

**Änderungen der  
Satzung.**

Vorschläge zur Abänderung der Satzung dürfen nur zur jährlichen Hauptversammlung eingebracht werden. Sie müssen vor dem 15. Oktober dem Geschäftsführer schriftlich mitgeteilt werden und benötigen zu ihrer Annahme drei Viertel Mehrheit der anwesenden Fachmitglieder.

## § 29.

Wenn nicht von mindestens zwanzig anwesenden Gesellschaftsmitgliedern namentliche Abstimmung verlangt wird, erfolgt die Abstimmung in allen Versammlungen durch Erheben der Hand.

Art der  
Abstimmung.

Wahlen erfolgen durch Stimmzettel oder durch Zuruf. Sie müssen durch Stimmzettel erfolgen, sobald der Wahl durch Zuruf auch nur von einer Seite widersprochen wird.

## § 30.

Über alle Versammlungen hat der Geschäftsführer eine Niederschrift aufzustellen, welche nach ihrer Genehmigung von dem jeweiligen Vorsitzenden der Versammlung unterzeichnet wird.

Niederschriften.

## § 31.

Die Geschäftsordnung für die Versammlungen wird vom Vorstände festgestellt und kann auch von diesem durch einfache Beschlußfassung geändert werden.

Geschäfts-  
ordnung.

## VII. Auflösung der Gesellschaft.

## § 32.

Eine Auflösung der Gesellschaft darf nur dann zur Beratung gestellt werden, wenn sie von sämtlichen Vorstandsmitgliedern oder von einem Drittel aller Fachmitglieder beantragt wird. Es gelten dabei dieselben Bestimmungen wie bei der Abänderung der Satzung.

Auflösung

## § 33.

Bei Beschlußfassung über die Auflösung der Gesellschaft ist über die Verwendung des Gesellschafts-Vermögens zu befinden. Dasselbe darf nur zum Zwecke der Ausbildung von Fachgenossen verwendet werden.

Verwendung des  
Gesellschafts-  
Vermögens.

---

## Geschäftsordnung für die Versammlungen.

### § 1.

**Tagesordnung** Die Tagesordnung der Versammlungen der Gesellschaft wird vom Vorstände festgesetzt.

### § 2.

**Leitung** Die Versammlungen werden vom Ehrenvorsitzenden oder dem Vorsitzenden der Gesellschaft geleitet. Ist keiner von beiden anwesend, so übernimmt der stellvertretende Vorsitzende oder der amtsälteste anwesende fachmännische Beisitzer die Leitung.

### § 3.

**Abhaltung der Versammlung.** Der Vorsitzende bringt die Gegenstände der Tagesordnung in der Reihenfolge, wie sie § 23 der Satzung festsetzt oder wie sie vorher den Gesellschaftsmitgliedern bekannt gegeben wurde, zur Verhandlung oder Beratung und Abstimmung.

### § 4.

**Vorsitzender.** Der Vorsitzende hat zur geschäftlichen Leitung stets das Wort, außerdem zur Sache, wenn er sich in die Rednerliste eintragen läßt. Für die Dauer seiner Teilnahme an der Beratung übernimmt der Stellvertreter den Vorsitz.

### § 5.

**Redefolge.** Der Vorsitzende hat den Rednern in derjenigen Reihenfolge das Wort zu erteilen, in welcher sie sich dazu gemeldet hatten.

### § 6.

**Rederecht.** Antragsteller und Berichterstatter erhalten als erste und letzte das Wort. Zu einer tatsächlichen Berichtigung und zu einer Fragestellung muß das Wort sofort, zu persönlichen Bemerkungen am Schlusse der jeweiligen Beratung erteilt werden.

### § 7.

**Redezeit** Den Vortragenden in den Hauptversammlungen wird eine Redezeit von  $\frac{1}{2}$  Stunde bis längstens einer Stunde eingeräumt. Den in den Erörterungen sprechenden Herren wird in der Regel eine Redezeit von 10 Minuten gewährt, die in Ausnahmefällen bis höchstens  $\frac{1}{2}$  Stunde verlängert werden darf. Das Ablesen umfangreicher Handschriften ist in den Erörterungen nicht gestattet.

### § 8.

**Redeordnung.** Spricht der Redner nicht zur Sache, so hat der Vorsitzende ihn aufzufordern, bei der Sache zu bleiben. Fährt ein Redner fort, nicht zur Sache zu sprechen, so hat ihm der Vorsitzende nach erfolgter Verwarnung für den zur Beratung stehenden Punkt das Wort zu entziehen. Verletzt ein Redner die parlamentarische Schicklichkeit, so hat der Vorsitzende dies zu rügen oder bei nicht erfolgter Zurücknahme den Ordnungsruf zu erteilen.

## § 9.

Verbesserungs-, Zusatz- und Gegenanträge zu den einzelnen Punkten der Tagesordnung sowie Anträge auf Schluß der Beratung bedürfen zu ihrer Einbringung keiner Unterstützung.

Anträge  
zur Tagesordnung

## § 10.

Zu erledigten Anträgen erhält in den Versammlungen niemand mehr das Wort, wenn nicht zwei Drittel der anwesenden Stimmen dies verlangen.

Erledigte Anträge

## § 11.

Dringlichkeitsanträge sind solche, welche nicht auf der Tagesordnung stehen; sie müssen schriftlich eingebracht werden und können nur mit Unterstützung von zwei Dritteln der vertretenen Stimmen zur Beratung und Beschlußfassung gestellt werden.

Dringlichkeits-  
anträge

## § 12.

Anträge, welche eine Abänderung der Satzung bezwecken, unterliegen den Bestimmungen des § 28 der Satzung.

Anträge auf Änderung  
der Satzung

## § 13.

Anträge, welche auf zwei aufeinander folgenden Hauptversammlungen abgelehnt wurden, dürfen auf der nächsten Hauptversammlung nicht zur Beratung und Beschlußfassung gelangen, wenn nicht zwei Drittel der vertretenen Stimmen sich dafür entscheiden.

Abgelehnte  
Anträge.

## § 14.

Über die Anträge auf Schluß der Beratung ist nach vorhergehender Verlesung der Rednerliste sofort abzustimmen. Ist der Antrag auf Schluß angenommen, so hat der Vorsitzende nur noch einem Redner für den zur Beratung stehenden Antrag und einem Redner dagegen das Wort zu erteilen, und zwar in der Reihenfolge, wie sie eingetragen sind, vorbehaltlich der Übertragung auf einen nachstehenden Redner, sofern der oder die Vorgänger ihm das Wort überlassen. Außerdem ist dem Antragsteller und dem Berichterstatter das Wort zu erteilen.

Schlussantrag

## § 15.

Die Abstimmung erfolgt im Fortschreiten von weiteren zu engeren Anträgen; in zweifelhaften Fällen in der Reihenfolge, in welcher die Anträge einlaufen.

Reihenfolge der  
Abstimmungen

## § 16.

Wenn nicht von mindestens 40 Gesellschaftsmitgliedern namentliche Abstimmung verlangt wird, erfolgt die Abstimmung durch Erheben der Hand oder des Stimmzettels.

Art der  
Abstimmung

Wahlen erfolgen schriftlich oder durch Zuruf. Sie müssen schriftlich erfolgen, sobald der Wahl durch Zuruf auch nur von einer Seite widersprochen wird.

## § 17.

Geschäftliche Anfragen müssen von dem Vorstand nach Erledigung der Tagesordnung beantwortet werden, falls sie von 40 Gesellschaftsmitgliedern unterstützt werden.

Geschäftliche  
Anfragen.

## Unterstützungs-Rücklage.

### § 1.

**Rücklage.** Die Unterstützungs-Rücklage ist aus den Gründungsbeiträgen und den Einzahlungen der lebenslänglichen Mitglieder gebildet worden. Sie beträgt 200000 Mark, welche im Preuß. Staats-Schuldbuche, mit 3 1/2 % verzinsbar, eingetragen sind.

### § 2.

**Verwendung.** Die jährlichen Zinsen der Unterstützungs-Rücklage in Höhe von 7000 Mark sollen verwendet werden:

- a) Zur Sicherstellung des Geschäftsführers der Gesellschaft,
- b) zur Gewährung von Reise-Unterstützungen an jüngere Fachmitglieder,
- c) als Beihilfe zu wissenschaftlichen Untersuchungen von Gesellschaftsmitgliedern,
- d) als Anerkennung für hervorragende Vorträge an jüngere Fachmitglieder.

### § 3.

**Sicherstellung des Geschäftsführers.** In unruhigen oder sonst ungünstigen Zeiten, in denen die Mitglieder-Beiträge spärlich und unbestimmt eingehen, können die Bezüge des Geschäftsführers alljährlich bis zur Höhe von 7000 Mark aus den Zinsen der Unterstützungs-Rücklage bestritten werden, wenn dies vom Vorstande beschlossen wird.

### § 4.

**Reise-Unterstützungen.** Hervorragend tüchtige Fachmitglieder, welche nach vollendetem Studium mindestens 3 Jahre erfolgreich als Konstruktions- oder Betriebs-Ingenieure auf einer Werft oder in einer Schiffsmaschinenfabrik tätig waren und hierüber entsprechende Zeugnisse beibringen, können eine einmalige Reiseunterstützung erhalten. Sie haben im März des laufenden Jahres ein dahingehendes Gesuch an den Vorstand zu richten, welcher ihnen bis zum 1. Mai mitteilt, ob das Gesuch genehmigt oder abgelehnt ist. Gründe für die Annahme oder Ablehnung braucht der Vorstand nicht anzugeben. Derselbe entscheidet auch von Fall zu Fall über die Höhe der zu bewilligenden Reiseunterstützung. Gegen die Entscheidung des Vorstandes gibt es keine Berufung. Nach der Rückkehr von der Reise muß der Unterstützte in knappen Worten dem Vorstande eine schriftliche Mitteilung davon machen, welche Orte und Werke er besucht hat. Weitere Berichte dürfen nicht von ihm verlangt werden.

### § 5.

**Beihilfen.** Gesellschaftsmitgliedern, welche sich mit wissenschaftlichen Untersuchungen bezw. Forschungsarbeiten auf den Gebieten des Schiffbaues oder des Schiffsmaschinenbaues beschäftigen, kann der Vorstand aus den Zinsen der Unterstützungs-Rücklage eine einmalige oder eine mehrjährige Beihilfe bis zur Beendigung der betreffenden Arbeiten gewähren. Über die Höhe und die Dauer dieser Beihilfen beschließt der Vorstand endgültig.



## § 6.

Für bedeutungsvolle Vorträge jüngerer Gesellschaftsmitglieder kann der Vorstand aus den Zinsen der Unterstützungs-Rücklage, wenn es angebracht erscheint, geeignete Anerkennungen aussetzen. **Anerkennungen.**

## § 7.

Die in einem Jahre für vorstehende Zwecke nicht verbrauchten Zinsen werden den Einnahmen des laufenden Geschäftsjahres zugeführt. **Überschüsse.**

## § 8

In der jährlichen Hauptversammlung muß der Vorstand einen Bericht über die Verwendung der Zinsen der Unterstützungs-Rücklage im laufenden Geschäftsjahre erstatten. Die Rechnungsprüfer haben die Pflicht, die diesem Berichte beizufügende Abrechnung durchzusehen und daraufhin die Entlastung des Vorstandes auch von diesem Teile seiner Geschäftsführung bei der Hauptversammlung zu beantragen. **Jahresbericht.**

## § 9.

Vorschläge zur Abänderung der vorstehenden Satzung dürfen nur zur jährlichen Hauptversammlung eingebracht werden. Sie müssen vor dem 15. Oktober dem Geschäftsführer schriftlich mitgeteilt werden und benötigen zu ihrer Annahme drei Viertel der anwesenden Fachmitglieder. **Anderungen der Satzung.**

---

## Veith-Stiftung.

### § 1.

**Stiftung.** Der Wirkliche Geheime Oberbaurat Dr.-Ing. Rudolf Veith, dem anlässlich seines 70. Geburtstages von einzelnen Herren und an der Schiffbau-Industrie beteiligten Firmengewisse Beträge mit der Maßgabe zur Verfügung gestellt worden sind, daß ihm aus der Widmung dieser Summen an die Schiffbautechnische Gesellschaft eine Ehrung erwiesen werden sollte, hat bestimmt, daß die Einzelbeträge zu einem einheitlichen Kapital zusammenzuziehen sind, das unter der Bezeichnung Veith-Stiftung Eigentum der Schiffbautechnischen Gesellschaft ist, jedoch buch- und kassenmäßig von dem sonstigen Vermögen der Gesellschaft getrennt zu verwalten ist. Es ist in der Jahresrechnung der Gesellschaft besonders nachzuweisen, und in einem eigenen Abschnitt des Geschäftsberichtes der Gesellschaft ist seine Verwaltung klar zu legen.

### § 2.

**Zweck** Aus den jährlichen Zinsen der Veith-Stiftung sollen Schiffbau- und Schiffsmaschinenbau-Studierende deutscher Technischer Hochschulen unterstützt werden, an denen diese Fächer gelesen werden.

### § 3.

**Unterstützung** Jeder Unterstützte erhält für die Dauer eines vierjährigen Studiums jährlich 1000 M. die in monatlichen Raten ausgezahlt werden.

### § 4.

**Militärjahr** Unter besonderen Verhältnissen kann der Unterstützte auch während der Dauer seines einjährig-freiwilligen Militärjahres die gleiche Unterstützung erhalten.

### § 5.

**Vorexamen.** Der Unterstützte ist verpflichtet, nach 4 Semestern das Vorexamen abzulegen. Besteht er es auch im Wiederholungsfalle spätestens nach 6 Semestern nicht, so wird ihm die Unterstützung entzogen.

### § 6.

**Diplomexamen** Jeder Unterstützte, der das Diplom-Examen ablegt, erhält dafür eine besondere Belohnung von 400 M.

## § 7.

Zur Unterstützung berechtigt sind:  
 in erster Linie: die Söhne von Mitgliedern der Schiffbautechnischen Gesellschaft, die als Kriegsteilnehmer gefallen oder später gestorben sind,  
 sodann: die Söhne aller anderen Mitglieder der Schiffbautechnischen Gesellschaft, die ein geringeres Einkommen besitzen,  
 endlich: die Söhne von Werkmeistern und Arbeitern deutscher Werften.

Unterstützungs-  
berechtigte.

## § 8.

Das Gesuch um Unterstützung muß alljährlich im September an den Vorsitzenden der Schiffbautechnischen Gesellschaft gerichtet werden. Es sind ihm ein Geburtsschein und das Abgangszeugnis einer zum Hochschulstudium berechtigenden deutschen Lehranstalt beizufügen.

Unterstützungs-  
gesuch.

## § 9.

Bei Fortfall der Bedürftigkeit oder bei Unwürdigkeit kann die Unterstützung mit Ende des der entsprechenden Mitteilung an den Betroffenen folgenden Monats entzogen werden. Ob der Fall der Entziehung gegeben ist, entscheidet der gesetzliche Vorstand der Schiffbautechnischen Gesellschaft völlig nach seinem Ermessen. Die Beschreitung des Rechtsweges gegen die Entscheidung ist ausgeschlossen.

## § 10.

Die Auswahl unter den Bewerbern treffen nach Maßgabe der vorhandenen Mittel die beiden gesetzlichen Vertreter der Schiffbautechnischen Gesellschaft. Sie verwalten die Veith-Stiftung und haben darüber alljährlich dem Vorstände der Schiffbautechnischen Gesellschaft Rechnung abzulegen.

Verwaltung der  
Stiftung

## § 11.

Der jeweilige Vorstand der Schiffbautechnischen Gesellschaft hat das Recht bei einer Steigerung der allgemeinen Lebenshaltung die jährliche Unterstützung § 3 zu erhöhen, sowie bei Erlaß neuer Vorschriften für die militärische Dienstzeit oder für die Prüfungen der Studierenden an den deutschen Technischen Hochschulen die §§ 4, 5 und 6 entsprechend abzuändern.

Satzungsänderun-  
und Sicherstellun-  
der Stiftung.

Sollte sich die Schiffbautechnische Gesellschaft auflösen, so bestimmt der zuletzt amtierende Vorstand, welcher Körperschaft die Veith-Stiftung, die als solche unangetastet bestehen bleiben muß, angegliedert werden soll und welche Persönlichkeiten an die Stelle der gesetzlichen Vertreter der Schiffbautechnischen Gesellschaft zu treten haben.

## Berghoff-Stiftung.

### § 1.

**Stiftung.** Der Marinebaurat Otto Berghoff hat der Schiffbautechnischen Gesellschaft den Betrag von nominell M. 50 000 im Schuldbuch des Deutschen Reiches eingetragener 5 %iger deutscher Kriegsanleihe überwiesen. Dieser Betrag ist Eigentum der Schiffbautechnischen Gesellschaft und bildet den Grundstock einer Berghoff-Stiftung, die buch- und kassenmäßig von dem sonstigen Vermögen der Gesellschaft getrennt zu verwalten ist.

### § 2.

**Zweck.** Zweck der Stiftung ist die Förderung von Erfindungen und Forschungen auf den Gebieten, welche die Schiffbautechnische Gesellschaft bearbeitet, vorzugsweise aber auf denen der Kriegsmarine.

### § 3.

**Verwaltung.** Die Verwaltung der Stiftung liegt in den Händen eines vom Vorstand der Schiffbautechnischen Gesellschaft zu bestellenden Verwaltungsausschusses, welcher aus mindestens 5 Mitgliedern besteht. Wenn möglich soll je ein Mitglied dem Vorstand der Schiffbautechnischen Gesellschaft, dem Reichs-Marineamt und dem Lehrkörper der Technischen Hochschule zu Charlottenburg angehören.

### § 4.

**Sachverständige.** Für besondere Aufgaben kann sich der Verwaltungsausschuß mit Zustimmung des Vorstandes der Schiffbautechnischen Gesellschaft weitere Mitglieder und besondere Sachverständige angliedern, welche nicht Angehörige der Schiffbautechnischen Gesellschaft zu sein brauchen.

### § 5.

**Bewerbung.** Bewerbungen um Beihilfe sind an die Schiffbautechnische Gesellschaft zu richten, worauf der Verwaltungsausschuß die notwendig erscheinenden Unterlagen einfordert.

### § 6.

**Empfänger.** Die Berghoff-Stiftung können alle deutschen Reichsangehörigen in Rahmen des § 2 in Anspruch nehmen.

### § 7.

**Beiträge.** Erfinder und Forscher, welche durch Beihilfe der Berghoff-Stiftung geldliche Vorteile erzielen, mögen sich verpflichtet fühlen, auch ihrerseits zur Erhöhung der Stiftung beizutragen.

## § 8.

Der Verwaltungsausschuß verfügt über die Zinsen der Berghoff-Stiftung mit der Maßgabe, daß eine Verfügung über einen längeren Zeitraum als wie drei Jahre im voraus nicht zulässig ist. Nichtverbrauchte Zinsen sind dem Grundstock zuzuschlagen, können aber auch auf Beschluß des Verwaltungs-Ausschusses verwendet werden. Im Ausnahmefalle kann der Verwaltungsausschuß auch über Teile des Grundstockes verfügen, muß ihn jedoch immer auf der Höhe von mindestens 50 000 Mark erhalten.

Verfügung.

## § 9.

Die Rechnungslegung erfolgt alljährlich durch den Verwaltungsausschuß an den Vorstand der Schiffbautechnischen Gesellschaft und zwar bis spätestens den 1. April. Die Entlastungserteilung durch den Vorstand der Schiffbautechnischen Gesellschaft an den Verwaltungsausschuß erfolgt schriftlich.

Rechnungslegung

## § 10.

Die von der Stiftung erzielten Ergebnisse werden in der Regel durch das Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft bekanntgegeben.

Bekanntmachung:

## § 11.

Bei Auflösung der Schiffbautechnischen Gesellschaft bestimmt der zuletzt amtierende Vorstand, welcher Körperschaft die Berghoff-Stiftung, die als solche unangetastet bestehen bleibt, angegliedert werden soll und welche Persönlichkeiten an die Stelle des Verwaltungsausschusses zu treten haben.

Sicherstellung  
der Stiftung.

## Silberne und goldene Denkmünze.

### § 1.

Stiftung. Die Schiffbautechnische Gesellschaft hat in ihrer Hauptversammlung am 24. November 1905 beschlossen, silberne und goldene Denkmünzen prägen zu lassen und nach Maßgabe der folgenden Bestimmungen an verdiente Mitglieder zu verleihen.

### § 2

Denkmünzen. Die Denkmünzen werden aus reinem Silber und reinem Golde geprägt, haben einen Durchmesser von 65 mm und in Silber ein Gewicht von 125 g. in Gold ein Gewicht von 178 g.

### § 3.

Silberne Denkmünze. Die silberne Denkmünze wird Mitgliedern der Schiffbautechnischen Gesellschaft zuerkannt, welche sich durch wichtige Forscherarbeiten auf dem Gebiete des Schiffbaues oder des Schiffmaschinenbaues verdient gemacht und die Ergebnisse dieser Arbeiten in den Hauptversammlungen der Schiffbautechnischen Gesellschaft durch hervorragende Vorträge zur allgemeinen Kenntnis gebracht haben.

### § 4.

Goldene Denkmünze. Die goldene Denkmünze können nur solche Mitglieder der Schiffbautechnischen Gesellschaft erhalten, welche sich entweder durch hingebende und selbstlose Arbeit um die Schiffbautechnische Gesellschaft besonders verdient gemacht, oder sich durch wissenschaftliche oder praktische Leistungen auf dem Gebiete des Schiffbaues oder Schiffmaschinenbaues ausgezeichnet haben.

### § 5.

Allerhöchste Genehmigung. Die Denkmünzen werden durch den Vorstand der Gesellschaft verliehen, nachdem zuvor die Genehmigung des Allerhöchsten Schirmherrn zu den Verleihungsvorschlägen eingeholt ist.

### § 6.

Vorstandsmitglieder. An Vorstandsmitglieder der Gesellschaft darf eine Denkmünze in der Regel nicht verliehen werden, indessen kann die Hauptversammlung mit Zweidrittel-Mehrheit eine Ausnahme hiervon beschließen.

## § 7.

Über die Verleihung der Denkmünzen wird eine Urkunde ausgestellt, welche vom Ehrenvorsitzenden oder in dessen Behinderung vom Vorsitzenden der Gesellschaft zu unterzeichnen ist. In der Urkunde wird die Genehmigung durch den Allerhöchsten Schirmherrn sowie der Grund der Verleihung (§§ 3 und 4) zum Ausdruck gebracht.

Urkunde.

## § 8.

Die Namen derer, welchen eine Denkmünze verliehen wird, müssen an hervorragender Stelle in der Mitgliederliste der Schiffbautechnischen Gesellschaft in jedem Jahrbuche aufgeführt werden

Liste.

### III. Bericht über das 19. Geschäftsjahr 1917.

#### Ehrentafel.

In diesem Jahre sind die Meldungen zur Ehrentafel spärlicher eingelaufen als in den vergangenen Jahren, was vielleicht darin seinen Grund hat, daß die persönlichen Verhältnisse sich fester gestaltet haben und weniger Änderungen als früher vorgekommen sind. Wir richten aber an unsere Mitglieder die Bitte, uns auch fernerhin Mitteilungen über ihre militärischen Stellungen zu machen, damit wir nach Beendigung des Krieges, hoffentlich im nächsten Jahrbuch, eine möglichst vollständige Ehrentafel veröffentlichen können.

#### Veränderungen in der Mitgliederliste.

Der alljährlich zu erwartende natürliche Abgang in der Mitgliederliste ist auch in diesem Jahre durch Neueintretende nicht nur völlig ausgeglichen, sondern überschritten worden. Wir sind mit 1892 Mitgliedern in das Jahr 1917 hineingegangen und schließen es mit 1973.

Seit dem 1. Dezember 1916 sind folgende 135 Herren eingetreten:

##### a) als Fachmitglieder:

1. Besch, Marinebaurat, Staaken bei Berlin.
2. Boettcher, Maximilian, Ingenieur, Hamburg.
3. Bröking, Fritz, Marinebaurat für Maschinenbau, Berlin.
4. Dengel, Roderich, Marineschiffbaumeister, Kiel.
5. Domke, R., Marinebaurat, Wilhelmshaven.
6. Engberding, Dietrich, Marinebaumeister, Berlin.
7. Geißler, Richard, Dr.-Ing., Patentanwalt, Berlin.
8. Grimm, Anton, Ingenieur, Brandenburg a. H.
9. Has, Marinebaurat, Kiel.
10. Helsing, Ingenieur, Kiel.
11. Hinrichsen, Erich, Ingenieur, Hamburg.
12. Hoffmann, U., Marineschiffbaumeister, Berlin.
13. Hoppenberg, Ernst, Marine-Konstruktionssekretär, Kiel.
14. Immich, Werner, Marinebaumeister, Kiel.



15. J a c o b , Carl, Dipl.-Ing., Neu-Finkenkrug.
16. J o r d a n , Desiderius, Kgl. ungar. Eisenbahn- und Schiffahrts-Inspektor, Budapest.
17. K a m p f f m e y e r , Th., Kaiserl. Marine-Baumeister, Danzig.
18. K a t z s c h k e , William, Marine-Baumeister, Brügge.
19. K r e b s , Marine-Maschinenbaumeister, Friedrichshafen.
20. K u c h a r s k i , Walter, Ingenieur, Hamburg.
21. K ü c h l e r , Paul, Marine-Schiffbaumeister, Rüstringen.
22. K u h l m a n n , Lothar, Ingenieur, Linz a. D.
23. L i n d e m a n n , E., Ingenieur, Kiel-Wellingsdorf.
24. L u d a s i . V., Dipl.-Ing., Budapest.
25. L u d w i g , Friedrich, Ingenieur, stellvertr. Bürochef im U-Bootsmaschinenbau der Akt.-Ges. „Weser“, Bremen.
26. M a r x . Wilhelm, Ingenieur, Bremen.
27. M e i s n e r , Erich, Marinebaurat, Kiel.
28. M r a z e k . Jaroslav, Ingenieur, Triest.
29. N a g l o , Fritz, Dipl.-Ing., Zeuthen bei Berlin.
30. N e e s e n , Marinebaumeister, Warnemünde.
31. N e t t m a n n , Paul H. R., Dr.-Ing., Leutnant, Schöneberg.
32. O e l t z e r s . Otto, Ingenieur, Neuhof bei Hamburg.
33. O t t o , Walther, Marineschiffbaumeister, Kiel.
34. P e n s e r o t , Ludwig, Dipl.-Ing., Ingenieur, Berlin-Halensee.
35. R a s m u s s e n , Henry, Ingenieur, Vegesack.
36. R i e c k , J., Ingenieur, Vegesack.
37. R i e c k e . Marinebaumeister, Kiel.
38. R i e m e y e r , Marinebaumeister, Konstantinopel.
39. R o e s e r , Dipl.-Ing., Brügge.
40. R o ß m a n n , Wilhelm, Geheimer Konstruktionssekretär, Berlin.
41. S c h e i t z g e r , Jakob, Geheimer Konstruktionssekretär, Rechnungsrat, Berlin.
42. S c h m e d d i n g , Marine-Schiffbaumeister. Berlin.
43. S c h n e i d e r , F., Marinebaumeister, Türkei.
44. S c h o e n i n g , Hermann, Fabrikbesitzer. Berlin.
45. S c h r i e v e r , L., Ingenieur, Danzig.
46. S c h w e r i n , O., Geheimer Konstruktionssekretär, Berlin.
47. S t o c k , Paul, Geheimer Konstruktionssekretär, Berlin.
48. V o l l r a t h , Willibald, Dipl.-Ing., Oberingenieur, Emden.

49. Vos, P. Bernard. Dipl.-Ing., Blankenese.
50. Weiß, Leonhard. k. u. k. Maschinenbau-Oberingenieur, Berlin.
51. Werner, Franz. Dr.-Ing., Marinebaurat für Schiffbau, Kiel.

b) als lebenslängliche Mitglieder:

52. v. Bardeleben. Dr., Professor, Stabsarzt, Berlin.
53. Freiherr von Bodenhausen-Degener, Mitglied des Direktoriums der Fried. Krupp A.-G., Essen.
54. Jerke, Otto. Direktor, Wien.
55. Monfort, Jos., Ingenieur und Maschinenfabrikbesitzer, M.-Gladbach.
56. Pekrun, Hermann, Ingenieur und Fabrikbesitzer, Coswig i. Sa.
57. Rickmers, P., Generaldirektor, Bremerhaven.
58. Rosenbaum, Bruno, Geschäftsführer, Berlin-Dahlem.
59. Rottgardt, Karl. Dr., Geschäftsführer, Berlin-Lichterfelde.
60. Schnaas, Eugen. Direktor, Stettin.
61. Wille, Eduard. Fabrikant, Cronenberg.
62. Wille, Emil. Fabrikant, Cronenberg.

c) als Mitglieder:

63. v. Bailer, Dr.-Ing., Generalmajor z. D., Berlin.
64. Balz, Ludwig, k. k. Kommerzialrat, Wien-Neustadt.
65. Bernhardt, Paul, Oberingenieur und Prokurist, Erkelenz.
66. Bothe, W., Schiffingenieur, Swinemünde.
67. Brandt, M., Fabrikdirektor, Weingarten.
68. Braumüller, Walter, Regierungsrat, Kiel.
69. Brohm, Walter, Dipl.-Ing., Hanau.
70. Bruhn, Bruno, Dr. phil., Direktor, Essen.
71. Burchard, Carl, Fabrikbesitzer, Hamburg.
72. Castiglioni, C., Generaldirektor, Kommerzienrat, Wien.
73. Dörr, W. E., Direktor des Luftschiffbau Zeppelin, Staaken.
74. Ehlers, Otto, Oberingenieur, Stettin.
75. Eilender, W., Dipl.-Ing. Direktor, Remscheid.
76. Entholt, D., Fabrikant, Düsseldorf.
77. Entström, Axel F., Ministerialdirektor, Stockholm.
78. Eyermann, Wilh. H., Berlin.
79. Gädeke, Vizeadmiral z. D., Berlin.
80. Geisler, Kurt, Dipl.-Ing., Berlin.
81. Glüer, Bruno, Korvettenkapitän, Berlin.
82. Görtz, Heinrich, Dr. jur., Rechtsanwalt und Notar, Lübeck.

83. Haarmann, Ewald, Marinestabsingenieur, Kiel.
84. Hebbinghaus, Vizeadmiral, Exzellenz. Berlin.
85. Held, Robert, Generaldirektor. Berlin.
86. Held, Eberhard. Kaufmann, Hamburg.
87. Heyck, Th., Marinestabsingenieur, Kiel.
88. Hitzemann, Rudolf, technischer Direktor, Benrath.
89. Iseler, Albert. Kommerzienrat, Leipzig.
90. Johnson, John. Gustaf, Kriegsgerichtsrat, Stockholm.
91. Klostermann, Georg, Abteilungschef. Berlin.
92. Landsky, Schiffs-Inspektor, Hamburg.
93. Lüth, Ernst Erich, Ingenieur, Karlsruhe.
94. Lyth, Paulus, Ingenieur, Stockholm.
95. Marcard, Walter, Marinebaumeister, Kiel.
96. Mayer-Etschreit, Direktor, Düsseldorf.
97. Menge, W., Mitinhaber der Greiserwerke, Hannover.
98. Moll, Friedrich, Dr.-Ing., Berlin.
99. Neudecker, Hans, Vertreter der A.-G. Mix & Genest, Bremen.
100. Oppenheimer, Emanuel, Eduard. Dipl.-Ing., Kiel.
101. Ott, Franz. Generaldirektor, Köln.
102. Otte, W., Vertreter, Berlin.
103. Pahl, G., Finanzrat, Berlin.
104. Pahl, Hans, Fabrikbesitzer, Düsseldorf.
105. Patak, Alex., Oberingenieur, Budapest.
106. v. Pelken, Kurt, Kapitänleutnant, im Felde.
107. Petersen, O., Dr.-Ing., Geschäftsführer, Düsseldorf.
108. Pels, Henry, Fabrikbesitzer, Berlin.
109. Petre, Gösta, Geschäftsführer, Stockholm.
110. Radinger, A. E., Fabrikdirektor, Düsseldorf.
111. Ringe, Hermann, Werftdirektor, Lehe bei Bremerhaven.
112. Saß, Friedrich, Dipl.-Ing., Charlottenburg.
113. Schaeffer, Ernst, Direktor, Halensee.
114. Schmitz, Paul, Fabrikdirektor, Brake i. O.
115. Schnell, Robert, Dipl.- und Oberingenieur, München.
116. Schoof, Karl, Direktor. Frankfurt a. M.
117. Schruffer, Alexander, Dr., Rechtsanwalt, Berlin.
118. Schüttler, P., Ingenieur und Direktor, Wilmersdorf.
119. Seiler, M., Patentanwalt, Berlin.

120. S ö h n g e n , F., Fabrikdirektor, Dortmund.
121. S o m f l e t h , J. P., Direktor, Hamburg.
122. S p i t z e r , J., Direktor, Witkowitz.
123. S t e i n , Ehrhard, Fabrikant, Hannover.
124. S t e i n , Rich., jr., Fabrikant, Hannover.
125. S t o r c k , O., Direktor, Rendsburg.
126. v. T i s z a s ü l y , Eugen Polnay, Generaldirektor, Budapest.
127. U l l s t e i n , Louis, Verleger, Berlin.
128. U r l a u b , Fr., Direktor, Neumühlen-Dietrichsdorf bei Kiel.
129. W a c h t e l , Dagobert, Ingenieur und Fabrikbesitzer, Berlin.
130. W i e d m a n n , M. W., Generaldirektor, München.
131. W i e g l e b , H., Oberingenieur, Düsseldorf.
132. W i e m a n n , F., Werftbesitzer, Brandenburg.
133. W i t t e n b u r g , H. F., Direktor, Hamburg.
134. W o l f r a m , Siegfried, Dipl.-Ing., Bremen.
135. Z i r k l e r , Eduard, Direktor, Dresden.

Nach Ablauf des Geschäftsjahres wünschen auszutreten:

1. v. A h l e f e l d , Vize-Admiral z. D., Exz., Bremen.
2. B e u l , Th., Oberinspektor, Hamburg.
3. B o r m a n n , Geheimer Oberregierungsrat, Berlin.
4. F e s t e r l i n g , S., Ingenieur, Hamburg.
5. F o l k e r t s , H., Ingenieur und Privatdozent, Aachen.
6. H i l b e n z , Hans., Dr. phil., Generaldirektor, Rosenberg.
7. K e r n k e , Fritz, Marinebaurat, Wilhelmshaven.
8. L a n g e , Otto, Dr. phil., Hoerde.
9. L e n g e l i n g , Wilhelm, Hauptmann a. D., Berlin.
10. M e t z m a c h e r , F., Hüttendirektor, Witkowitz.
11. M e i n k e , A., Oberingenieur, Hamburg.
12. M i s s o n g , J., Abteilungs-Ingenieur, Frankfurt.
13. P i p e r , Edmund, Prokurist, Ruhrort a. Rh.
14. O ' S w a l d , Alfred, Reeder, Hamburg.
15. v. S e n d e n , Otto, Düsseldorf.
16. S c h a a r s c h m i d t , O., Direktor, Berlin.
17. S c h i l l i n g , W., Hüttendirektor, Oberhausen. Rhld.
18. W i c h m a n n , Alfr. O., Kaufmann, Hamburg.

Durch den Tod erlosch die Mitgliedschaft nachbenannter Herren:

1. A b e l, Herm., Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Lübeck.
2. A c h e l i s, Friedrich. Konsul, Präsident des Norddeutschen Lloyd, Bremen.
3. B a a r e, F., Geheimer Kommerzienrat, Bochum.
4. B r e e s t, Wilhelm, Fabrikbesitzer, Berlin.
5. B r ü c k n e r, R., Kommerzienrat. Calbe a. S.
6. C o u r t o i s, Louis. Zivilingenieur. Berlin.
7. v. D a z u r, W., Rittergutsbesitzer. Zelz.
8. D i e t z e, Fr., Oberinspektor, Hamburg.
9. F r i e d l ä n d e r, Konrad, Korvettenkapitän, Berlin.
10. G e r d a u, B., Königl. Baurat, Direktor, Düsseldorf.
11. G i l l h a u s e n, G., Dr.-Ing., Geheimer Baurat. Essen.
12. G ö h r i n g, Adolf, Marinebaurat, Kiel.
13. H e m p e, Gust., Oberingenieur, Berlin.
14. K r i e g e r, Ed., Geheimer Marinebaurat a. D.. Berlin.
15. L o r e n t z, V., Ingenieur, Berlin.
16. L u e g, H., Geheimer Kommerzienrat, Düsseldorf.
17. M e c h l e n b u r g, K., Marine-Oberbaurat a. D.. Elbing.
18. M i l d e, Fritz, Schiffbauingenieur, Stettin.
19. O b e r a u e r, Ludwig, Ingenieur und Generaldirektor. Berlin.
20. R i t z h a u p t, Friedrich, Fabrikdirektor, Berlin.
21. R o e d e l, Georg, Schiffsmaschinenbauingenieur. Kiel.
22. S c h l o t t e r e r, Julius, Fabrikdirektor. Augsburg.
23. S c h u l z, Rich., Ingenieur, Danzig.
24. S e e g e r, J., Prokurist, Danzig.
25. S t a e d i n g, Hugo. Dipl.-Ing., Danzig.
26. T h o r b e c k e, Carl, Kapitän z. S.. Kiel.
27. V e i t h, R., Dr.-Ing., Wirklicher Geheimer Oberbaurat, Berlin.

Die Mitgliederliste ist im vorliegenden Jahrbuch, wie seit Ausbruch des Krieges üblich, mit dem 1. Dezember 1917 abgeschlossen.

#### Wirtschaftliche Lage.

Das Vermögen der Gesellschaft betrug beim letzten Bankabschluß am 1. Juli 1917 nominell 380 000 *M*, davon sind 300 000 *M* im Preußischen Staatsschuldbuch zu 3½ % eingetragen; 40 000 *M* 3½ % preußische Konsols und 40 000 *M* 5 % Reichsanleihe befinden sich in unserem Depot bei der Diskontogesellschaft.

Die Abrechnung des Geschäftsjahres 1916 ist von den Rechnungsprüfern, wie nachstehend anerkannt und richtig befunden worden. Sie schließt auf beiden Seiten mit 212 956,33 *M.*

Einnahmen.	1916.	Ausgaben.	
1. Kassenbestand am 1. Januar 1916 . . . . .	28,54	1. Jahrbuch und Versand . . . . .	13 204,00
2. Bankbestand am 1. Januar 1916 . . . . .	15 600,00	2. Gehälter . . . . .	6 528,00
3. Kriegsspende . . . . .	23 997,75	3. Kanzleibedarf . . . . .	3 444,89
4. Veithspende . . . . .	120 544,00	4. Post . . . . .	1 240,33
5. Beiträge (1714) . . . . .	34 279,38	5. Bücherei . . . . .	291,85
6. Eintrittsgelder (32) . . . . .	640,05	6. Hauptversammlung . . . . .	10 080,74
7. Lebenslängliche Beiträge (4) . . . . .	1 600,00	7. Drucksachen . . . . .	177,50
8. Zuschuß vom Reichs-Marine-Amt . . . . .	2 000,00	8. Spenden . . . . .	18 327,55
9. Jahrbuchertrag . . . . .	1 203,49	9. Verschiedenes . . . . .	562,75
10. Zinsen aus Wertpapieren und Bankguthaben . . . . .	13 063,12	10. Ankauf von 5% Kriegs-Anleihe . . . . .	39 680,00
	212 956,33	11. Bankbestand am 31. Dezember 1916 . . . . .	119 352,00
		12. Kassenbestand am 31. Dezember 1916 . . . . .	66,72
			212 956,33

Gepprüft und für richtig befunden

Berlin, den 22. Februar 1917.

(gez.) Blümcke. (gez.) P. Krainer.

#### Kriegsspende.

Von einzelnen Firmen und Mitgliedern unserer Gesellschaft sind im Laufe des Jahres 1917 noch die nachstehenden Beiträge gezahlt worden:

	<i>M.</i>
Deutsche Vacuum Öl-Aktiengesellschaft, Hamburg	1000.—
Maschinenfabrik Schieß A.-G., Düsseldorf . . . . .	1000.—
Netter, Fabrikbesitzer, Berlin . . . . .	1000.—
Weil & Reinhardt, Mannheim . . . . .	1000.—
Wigankow, Berlin . . . . .	100.—
Fritz Grützner, New Rochelle, NY. . . . .	30.—
Gustav Dahlby, Stockholm . . . . .	10.—
Georg Wolf, Berlin-Halensee . . . . .	10.—

Die bisher gezahlte Unterstützung ist in diesem Jahre auf Wunsch des bisherigen Empfängers in Fortfall gekommen, da sich dessen wirtschaftliche Lage gebessert hat. Es sind deshalb die gesamten Jahreszinsen erspart worden, sodaß zusammen mit den voraufgeführten neuen Beiträgen wieder 6000  $\mathcal{M}$  5 % Reichsanleihe gekauft werden konnten, wodurch sich das Kapital der Kriegsspende auf 77 000  $\mathcal{M}$  gehoben hat. Diese Vermehrung unserer Kriegsspende ist um so erfreulicher, als in den ersten Jahren nach Beendigung des Krieges mit Sicherheit eine große Inanspruchnahme der Kriegsspende zu erwarten steht.

### **Bücherei.**

Um den planmäßigen Ausbau unserer Bücherei zu fördern, bitten wir unsere Mitglieder wiederholt um Überlassung älterer technischer Zeitschriften.

### **Tätigkeit der Gesellschaft.**

#### a) Deutscher Verband technisch-wissenschaftlicher Vereine:

Der deutsche Verband hat sich im Jahre 1917 trotz des Krieges in höchst erfreulicher Weise mit einer Reihe von Arbeiten beschäftigt, über die sich folgendes berichten läßt:

Der Ausschuß zur Förderung des technischen Büchereiwesens wandte sich mit einer Eingabe am 12. März an den Minister der geistlichen und Unterrichtsangelegenheiten und bat, die Versendung von Büchern der königlichen Bibliotheken nach auswärts wieder zu gestatten. Die Antwort, daß dem Ersuchen stattgegeben wurde, traf am 23. Mai ein.

Der Ausschuß für technische Studien hielt am 20. März eine Sitzung ab, in der 14 Herren anwesend waren. Beraten wurde über die Ausbauplanung des volkwirtschaftlichen Unterrichts und die Zulassung akademisch gebildeter Techniker aller Berufsklassen zu den Ämtern der staatlichen und kommunalen Verwaltungen. Im Anschluß an die Ausschußsitzung erging ein Rundschreiben an die angeschlossenen Vereine zur Äußerung über die von dem Ausschuß hierzu aufgestellte These. Die Mehrzahl der Vereine hat geantwortet und zwar zustimmend.

Eingaben des Deutschen Verbandes bei den zuständigen Ministerien sind in Aussicht genommen.

Dem Ausschuß zur Beratung der Energie-Besteuerung wurde am 31. Januar vom Staatssekretär des Reichsschatzamt die Fragen zur Erfassung der Kohlenverwertung und Kohlenbesteuerung vorgelegt. Der Ausschuß, welcher in den Sitzungen am 19. Februar und 1. März zusammentrat, legte die Beantwortung der Fragen in einem Schreiben am 3. März 1917 an das Reichsschatzamt nieder.

In Ergänzung dieser Antwort bearbeitete der Unterausschuß, welcher am 3. Mai eine Sitzung abhielt, die Frage in einem ausführlichen Gutachten, welches am 26. Oktober an das Reichsschatzamt gesandt wurde.

Die Vermittlungsstelle wurde im März 1917 errichtet. Zur Übernahme von Arbeiten, die aus der Technik angeregt wurden, haben sich etwa 150 Professoren und Privatdozenten an Universitäten und technischen Hochschulen bereit erklärt. Zur Beratung der Geschäftsstelle bei der jeweiligen Auswahl der geeignetsten Bearbeiter haben sich bisher die Herren Professoren Klingenberg, Professor Rassow, Dr. Diehl und Dr. Nugel zur Verfügung gestellt. Die Vermittlungsstelle konnte bis jetzt in 20 Fällen Rat und Auskunft erteilen.

Eine Hauptauskunftsstelle der Technischen Vereine soll nach dem Krieg ins Leben gerufen werden. Die Vorarbeiten hierzu sind eingeleitet.

Die Herstellung eines Werkes über die Kriegsarbeiten der deutschen Industrie befindet sich noch in der Schwebe.

Weiter beschäftigte sich der Deutsche Verband in seiner Vorstandssitzung am 14. Mai mit den Bestrebungen des Vereins der Diplom-Ingenieure, den Namen „Ingenieur“ gesetzlich zu schützen und Standeskammern zu errichten. Der Vorstand billigte die ablehnende Haltung des Vereins deutscher Ingenieure und trat ihr bei. — Es soll die weitere Entwicklung abgewartet und mit den Ministerien Fühlung genommen werden, um sie, wenn möglich, zu veranlassen, eine gutachtliche Äußerung des Verbandes einzuholen.

Der Reichskommissar des Reichsschatzamt wandte sich am 6. Mai 1917 an den Verband um gutachtliche Äußerung, welcher Maßstab zur Erfassung der Pferdestärke bei einer gleichmäßigen und gerechten Berechnung der Kraftwagensteuer zugrunde zu legen wäre. Der Verband bildete hierauf einen Ausschuß unter Mitwirkung der Vertreter der größten Automobilfirmen. Nachdem in den Sitzungen am



16. Juni und 3. Juli die Angelegenheit beraten war, wurde dem Reichsschatzamt die gewünschte Antwort am 4. Juli gesandt.

Der D. V. ist jetzt damit beschäftigt, eine österreichische und eine ungarische Abteilung ins Leben zu rufen und dem Deutschen Verband anzugliedern.

Durch Rundschreiben im Juni 1916 und September 1917 wurden die Behörden, technischen Hochschulen, Universitäten und andere an unserem Verbands Anteil nehmende Kreise über seine weitere Entwicklung jeweils unterrichtet.

b) Deutsche Dampfkessel-Normen-Kommission.

Im Laufe des letzten Jahres sind bei der Kommission keine Anträge eingelaufen, auch hat keine Sitzung derselben stattgefunden.

c) Der Deutsche Ausschuß für Technisches Schulwesen.

Herr Geheimrat Rudloff und Herr Professor Romberg, unsere Vertreter in dem Ausschuß, sandten die nachstehenden Ausführungen ein:

Die Tätigkeit des Deutschen Ausschusses ist im verflossenen Jahre durch die Kriegsverhältnisse sehr behindert gewesen, da die meisten der an der Bearbeitung vorliegender Fragen beteiligten Herren mit Kriegsarbeiten außerordentlich belastet sind und ihre Heranziehung zur Mitarbeit kaum noch möglich ist. Andererseits haben aber auch viele der durch die beiden ersten Kriegsjahre gezeitigten Fragen und Vorschläge bereits im vorigen Jahre zu einem gewissen Abschluß gebracht werden können.

Einjährigenberechtigung. Auf die am 10. August 1916 dem Herrn Reichskanzler überreichte Denkschrift mit Vorschlägen für Abänderung, Auslegung und Handhabung der für den Erwerb der Einjährigenberechtigung in Betracht kommenden Bestimmungen der Deutschen Wehrordnung — vgl. Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft für 1917, S. 75 — ist der Bescheid ergangen, daß der Herr Reichskanzler nicht in der Lage ist, noch während der Dauer des Krieges in eine Erörterung der aufgeworfenen Fragen einzutreten und daß eine Prüfung der vom Ausschuß gestellten Anträge bis nach Beendigung des Krieges hinausgeschoben werden muß.

Auf diesen Bescheid sah sich der Vorstand veranlaßt, zunächst von weiteren Schritten in dieser Angelegenheit abzusehen, und zwar um so mehr.

als mit Bestimmtheit zu hoffen ist, daß nach Beendigung des Krieges eine Neuregelung der Einjährigenberechtigung entweder unter Berücksichtigung der Vorschläge des Verbandes oder, wie in der Eingabe desselben bereits angedeutet ist, derart erfolgen wird, daß der Berechtigungsschein überhaupt nicht mehr durch Schulzeugnisse erworben werden kann.

Regelung des gewerblichen Privatschulwesens. Bereits in den Jahren vor dem Kriege hatte sich der Deutsche Ausschuß mit dem mittleren und niederen technischen Schulwesen beschäftigt und namentlich die erheblichen Mißstände, die er in denselben aufdeckte, zu beseitigen gesucht. Brachten auch die staatlichen Verwaltungen diesen Bemühungen Verständnis entgegen, und war deshalb auch ein teilweiser Erfolg zu erkennen, so tauchten diese Mißstände während des Krieges doch wieder auf, und zwar in so gesteigertem Maße, daß Abhilfe dringend not tat. Vor allem erwuchs das Übel aus der ungenügenden Regelung und Überwachung des privaten technischen Schulwesens. Der Umstand, daß der Krieg mit seinen technischen Erfolgen die Augen vieler jungen Leute auf die Technik lenkte und auch für manche einen Berufswechsel notwendig oder erstrebenswert machte, wurde von gewinnsüchtigen Unternehmern ausgenutzt. Unter falschen Angaben über Ausbildungsmöglichkeiten und künftigen Verdienst suchte man nicht bloß diese jungen Leute, sondern auch Frauen und Kriegsbeschädigte in diese Privatschulen zu locken, wo ihnen von mangelhaft vorgebildeten Lehrern für hohes Schulgeld ein Unterricht erteilt wurde, der in den meisten Fällen für Industrie und Gewerbe unbrauchbar war. Der Deutsche Ausschuß sah sich daher veranlaßt, eine Eingabe an den Herrn Reichskanzler zu richten, in welcher er um Abhilfe durch Erlaß einer Bundesratsverordnung bat, die eine Genehmigungspflicht für alle gewerblichen, technischen oder kaufmännischen Fach- und Fortbildungsunterrichtsbetriebe einschließlich des Privatunterrichts vorschreiben sollte.

Während über eine solche Verordnung noch Verhandlungen schwebten, hatte aber die preußische Regierung die Dringlichkeit der gestellten Forderungen bereits voll anerkannt, wie ein Erlaß des Ministers für Handel und Gewerbe über die Regelung des gewerblichen Privatschulwesens vom 1. Mai d. J. zeigt.

Dieser Erlaß ist unter Berücksichtigung aller vorgetragenen Wünsche sorgfältig ausgearbeitet und sieht auch die Möglichkeit noch weitergehender Beschränkungen vor, wenn solche im öffentlichen Interesse oder zum Schutze des Publikums erforderlich erscheinen. Erlaubnisanträge zum Betrieb einer

Privatschule sind beim Landrat, in größeren Städten beim Gemeindevorstand anzubringen. Die Erlaubnis erteilt im allgemeinen der Regierungspräsident, jedoch ist die Genehmigung des Ministers einzuholen, wenn die private Fachschule in ihren Zielen den staatlichen oder kommunalen Fachschulen nahesteht oder sich auf neue Gebiete erstreckt, womit wohl von vornherein der Gründung von Schulen für verlockende Fachgebiete, wie Flugtechnik, Kraftfahrwesen usw. gesteuert werden soll. Der Leiter muß das 25. Lebensjahr vollendet haben und neben sittlicher Zuverlässigkeit die erforderlichen Kenntnisse nachweisen. Leiter und Lehrer müssen entweder die Berechtigung zum einjährig-freiwilligen Dienst oder das Zeugnis als Volksschullehrer besitzen, andernfalls ihre Befähigung durch eine besondere Prüfung erweisen. Ebenso muß der Nachweis der erforderlichen Räume für den Betrieb der Schule, sowie die Bedürfnisfrage unter Beachtung der Gefahr der Überfüllung gewerblicher Berufe, erforderlichenfalls unter Anhörung von Berufsvertretungen usw. geprüft werden. Der Erlaß verbietet irreführende oder verlockende Bezeichnungen der Schulen, wie deutsch, national, Berliner, Technikum, staatlich genehmigt u. dgl. und bereits bestehende Schulen müssen derartige Namen ablegen. Alle Ankündigungen der Schulen, Prospekte, Programme, Presseveröffentlichungen, Zeugnisvordrucke usw. unterliegen der Genehmigung und dürfen insbesondere keine irreführenden Angaben über Arbeits- oder Verdienstmöglichkeiten enthalten; Zeugnisse dürfen nicht als Diplom oder ähnlich bezeichnet werden, Schüler nicht als Studierende oder Studenten, Leiter nicht als Direktoren. Die Höchstzahl der Schüler, die die Lehrer in den verschiedenen Unterrichtsgegenständen nur haben dürfen, ist genau festgesetzt und der Unterricht in Kurzschrift und Maschinenschreiben wird von der Sicherheit des Schülers im Gebrauch der deutschen Sprache abhängig gemacht.

Die Schulaufsichtsbehörde verlangt am Schlusse eines jeden Schuljahres einen Jahresbericht mit statistischen Angaben, und es steht ihr das Recht zu, die Anstalt jederzeit zu besichtigen, Leiter, Lehrer und Schüler zu befragen und Einsicht in die Anstellungs- und Beschäftigungsverhältnisse der Lehrer, in die Schuleinrichtungen, in die Schularbeiten usw. zu nehmen.

Ähnlichen Beschränkungen wird auch der Privatunterricht in der Wohnung des Schülers unterworfen.

Aus dem Vorstehenden ist zu ersehen, daß, soweit Preußen in Frage kommt, die von dem Deutschen Ausschuß für Technisches Schulwesen seit seinem Bestehen gestellten Forderungen in weitgehendem Maße erfüllt wurden, und es blieb nur noch dringend zu wünschen, daß diese Maßnahmen für alle

Bundesstaaten Geltung bekommen, und auch das ist inzwischen erfolgt. Der Bundesrat hat in seiner Sitzung vom 2. August d. J. eine reichsrechtliche Regelung der Konzessionspflicht und der Überwachung des privaten gewerblichen und kaufmännischen Fachunterrichts verordnet, die sich inhaltlich mit dem preußischen Erlaß deckt.

Die Bedeutung der Verordnung ist besonders auch darin zu erblicken, daß dadurch, wenn auch unter Wahrung der den einzelnen Staaten zustehenden Schulhoheit, gewisse grundlegende Bestimmungen zur Bekämpfung der auf diesem Gebiete hervorgetretenen wirtschaftlichen Schädigungen einheitlich für das Reichsgebiet getroffen werden. Ohne eine solche Regelung wäre zu befürchten gewesen, daß ein noch so scharfes Vorgehen einzelner Bundesstaaten seinen Zweck verfehlen würde, weil dann die bedenklichen Unternehmungen in andere Bundesstaaten abwandern würden, in denen die Bestimmungen oder deren Handhabung weniger streng sind. Die reichsrechtliche Regelung war um so eher möglich, als sie sich auf die Kriegszeit und eine gewisse Übergangszeit beschränken soll. Sie konnte daher auf Grund des Ermächtigungsgesetzes vom 4. August 1914 ergehen, da sie ihrem Zwecke nach eine wirtschaftliche Maßnahme ist.

#### d) Der Deutsche Schulschiff-Verein.

Die Ausbildungstätigkeit des Deutschen Schulschiff-Vereins hat auch im letzten Geschäftsjahre keine Einschränkung erfahren, wenngleich die Beschaffung des Proviantes, der Bekleidungsstücke und aller Materialien nicht nur schwieriger geworden ist, sondern auch eine weitere beträchtliche Steigerung der Ausgaben zur Folge gehabt hat. Die beiden Schulschiffe „Prinzeß Eitel Friedrich“ und „Großherzog Friedrich August“ waren andauernd mit angehenden Seeleuten voll besetzt. Zu ihrer Unterweisung in allen seemännischen Fächern hatte die Kaiserliche Marine die erforderliche Anzahl an Schiffsoffizieren und Unteroffizieren vom Militärdienst zurückgestellt, wogegen der Deutsche Schulschiff-Verein der Kaiserlichen Marine nach Beendigung der Ausbildungskurse im Frühjahr und Herbst wieder eine erhebliche Anzahl junger Leute überweisen konnte, die wegen ihrer guten und vielseitigen seemännischen Ausbildung besonders gern in die Torpedo-Division und auf die U-Boote übernommen wurden. Ein anderer Teil der Schulschiffs-Zöglinge ging auf die jetzt im Interesse unserer Wehrmacht noch in Fahrt befindlichen Handelsschiffe über. Der Unterricht in der draht-

losen Telegraphie wurde an Bord der Schulschiffe in immer größerem Umfange durchgeführt, so daß eine beträchtliche Anzahl der abgegangenen jungen Seeleute bereits als Bordtelegraphisten verwendet werden konnte.

Auch im abgelaufenen Geschäftsjahre stellte die Kaiserliche Marine ihren in Kiel befindlichen Tenderpark bei Fahrten in See dem Deutschen Schulschiff-Verein für die Mitnahme von Zöglingen zur Verfügung. Dadurch konnten sich die Zöglinge der Schulschiffe wertvolle praktische Kenntnisse der Seemannschaft aneignen.

Um aber die praktische Ausbildung der jungen Leute noch mehr zu fördern und der Kaiserlichen sowie der Handelsmarine nur vollwertige Seeleute zu überweisen, beschloß der Deutsche Schulschiff-Verein, seine beiden Schulschiffe zu Segelfahrten in See gehen zu lassen. Diesem Plane stellten sich anfangs bedeutende Schwierigkeiten entgegen, einmal die Minengefahr und die Angriffsgefahr durch feindliche Seestreitkräfte, sowie andererseits die hohen Versicherungskosten gegen Kriegsgefahr, gegen Seeschäden und für die Rentenversicherung der großen Besatzungszahl. Nach Beratungen mit den in Betracht kommenden Kommandostellen der Kaiserlichen Marine konnte indessen den Schulschiffen an der Ostküste Schleswig-Holsteins ein Segelgebiet zugewiesen werden, in dem eine Minengefahr fast ausgeschlossen erscheint und wo die Schulschiffe in jeder Beziehung unter dem Schutze der Kaiserlichen Marine stehen. Aber auch die hohen Versicherungsprämien bildeten kein Hindernis zur Durchführung dieses Planes, da der Schulschiff-Verein dieses Opfer im Interesse der deutschen Wehrmacht zu bringen sich verpflichtet hielt. Erfreulicherweise sind daher Mitte Mai dieses Jahres die Übungsfahrten in See aufgenommen worden, die bis zum teilweisen Wechsel der Besatzungen. Mitte September dieses Jahres. angedauert haben.

e) Die Illustrierten Technischen Wörterbücher  
in sechs Sprachen.

Zu den im vorjährigen Bericht erwähnten 26 000 Wortstellen in deutscher Sprache, die sich auf die Fachgebiete „Rohstoffe“, „Spinnerei“ und „Weberei“, der das Gebiet der Faserstofftechnik behandelnden Bände beziehen, liegt nunmehr auch eine große Anzahl von Zeichnungen vor. Herr Geh. Regierungsrat G l a f e y vom Kaiserlichen Patentamt in Berlin hat die Handschriften endgültig überarbeitet und seine Mitarbeit für die noch ausstehenden weiteren Unterabschnitte in Aussicht gestellt. Die sprachliche

Überarbeitung braucht infolge der Bereitwilligkeit des Herrn Professor Brüggenmann in Mülhausen, sich ihrer für die romanischen Sprachen anzunehmen, nicht bis über Friedensschluß hinausgeschoben zu werden, sondern sie ist bereits eingeleitet worden.

Der Band 13, das Bauwesen betreffend, befindet sich zurzeit im Druck und wird voraussichtlich trotz des außerordentlichen Mangels an Arbeitskräften in diesem Jahre noch ausgegeben werden können.

Die Arbeiten an dem Fachgebiet „Bergbau“ sind im Laufe des letzten Jahres tatkräftig gefördert worden, es liegen bis jetzt etwa 6000 Ausdrücke vor; diese Arbeiten nehmen ihren stetigen Fortgang.

Auf Anregung der schwedischen Ingenieure und Industriellen ist die Bearbeitung von schwedischen Ergänzungsbänden zu den „Illustrierten Technischen Wörterbüchern“ in Angriff genommen worden, wovon das Ergänzungsheft zu Band I inzwischen erschienen ist. Die Schriftleitung hat diese Bestrebungen, die darauf hindeuten, daß Schweden die kulturellen und industriellen Beziehungen mit Deutschland nach wie vor zu pflegen und zu erweitern bestrebt ist, tatkräftig unterstützt. Die Arbeiten selbst werden in Schweden durchgeführt, Kosten erwachsen der Schriftleitung hieraus nicht.

Veranlaßt durch zahlreiche Anregungen aus Deutschland und den mit uns verbündeten Ländern, sowie durch eine Zuschrift der Kaiserlich Osmanischen Waffen-Inspektion (Präses der Artillerie-Munitions-Kommission) in Konstantinopel, unterliegt zurzeit in Verbindung mit der Deutsch-Türkischen Vereinigung in Berlin die Frage der Schaffung einer deutsch-türkisch-bulgarisch-ungarischen Ausgabe der Wörterbücher einer ernsten Prüfung. Die schnelle und wirksame Förderung der deutschen Handelsbeziehungen zu unseren Verbündeten dürfte nicht unwesentlich von der Durchführung dieses Planes abhängig sein. Selbstverständlich wird hierunter die Fortsetzung der im Gange befindlichen Arbeiten an den sechs-sprachigen Ausgaben nicht leiden; ebensowenig ist beabsichtigt, die dem Ausschuß bis jetzt zugesagten Spenden diesem Zweck zuzuführen.

Außer den angeführten Arbeiten hat die Schriftleitung im vergangenen Jahre vorübergehend ihre Kräfte bei der Drucklegung einer auf Veranlassung des Herrn Generalquartiermeisters im Interesse der deutschen Industrie bearbeiteten umfangreichen Denkschrift uneigennützig zur Verfügung gestellt.

Der Herausgeber der „Illustrierten Technischen Wörterbücher“, Herr Ingenieur Schlomann, ist seit längerer Zeit Ingenieur-Referent im Stabe der Beauftragten des Generalquartiermeisters.

f) Der deutsche Seeschiffertag  
hat im letzten Jahre wieder keine Sitzung abgehalten.

### Veith-Stiftung.

Im Laufe dieses Jahres sind zur Veith-Stiftung noch die folgenden Beiträge eingegangen:

#### I. Einzelne Herren:

Calmon, Alfred, Generaldirektor. Hamburg . . . . . 5000,— *M*

#### II. Firmen:

Gummi- und Asbest-Werke Alfred Calmon, A.-G., Hamburg . . . 5000,— *M*

Zu dem eingezahlten Kapital kamen noch die inzwischen aufgelaufenen Zinsen und so konnten am 1. April von der VI. Deutschen Reichsanleihe 300 000 *M* gezeichnet werden. Dieser Betrag ist in das Reichsschuldbuch unter der Bezeichnung „Veith-Stiftung“ eingetragen.

Nach Eingang der für die Veith-Stiftung nachgesuchten landesherrlichen Genehmigung muß noch die Stempelsteuer entrichtet werden.

Die Abrechnung über die Veith-Stiftung wird erstmalig mit dem Schlusse dieses Jahres erfolgen, nachdem im Januar 1918 von der Bank das Konto-Korrent des II. Halbjahrs 1917 eingegangen ist.

Die erste Unterstützung an Studierende des Schiffbaues und Schiffsmaschinenbaues sollte am 1. Oktober 1917 vergeben werden. Es haben sich indessen keine Bewerber gemeldet, wie dies bei dem jetzigen geringen Besuch der technischen Hochschulen auch nicht anders zu erwarten war. Aus den 15 000 *M* betragenden jährlichen Zinsen können im Beharrungszustande jährlich drei Studierende unterstützt werden. Auf die vier Studienjahre entfällt alsdann eine Unterstützungssumme von 12 000 *M*, wozu noch die 1200 *M* kommen, die den drei die Hochschule Verlassenden nach bestandener Diplom-Prüfung mit je 400 *M* ausgezahlt werden sollen. Das gesamte Geldbedürfnis würde also 13 200 *M* betragen. Die überschießenden 1800 *M* sollen nach dem Wunsch des Herrn Veith zum Kapital geschlagen werden, bis dessen Zinsen eine Höhe erreicht haben, um die jährliche Einstellung von vier Unterstützten zu ermöglichen.

### Gedenktage.

Unser Mitglied, der Königlich Württembergische Staatsrat, Professor Herr Dr.-Ing. C. v. B a c h , beging am 8. März seinen 70. Geburtstag, wozu ihn der Vorstand mit folgender Depesche beglückwünschte:

Staatsrat Professor Dr. von Bach

Stuttgart, Johannesstraße 53.

Zu Ihrem siebzigsten Geburtstage senden wir Ihnen unsere aufrichtigsten Glückwünsche in der Hoffnung, daß Sie noch viele Jahre als unermüdlicher Forscher und Bereicherer unseres technischen Wissens weiter wirken möchten.

Der Vorstand der Schiffbautechnischen Gesellschaft

Herr v. Bach antwortete hierauf mit nachstehendem Schreiben:

An den Vorstand der Schiffbautechnischen Gesellschaft

Berlin, Kronprinzen-Ufer 2

Herzlichen Dank für Ihre freundlichen Wünsche zur Vollendung des siebzigsten Lebensjahres und für die von Wohlwollen getragene Würdigung meiner Lebensarbeit.

Mit vorzüglicher Hochachtung

gez. C. v. Bach.

Der Germanische Lloyd feierte am 13. März sein 50jähriges Bestehen. Der Vorstand übermittelte ihm hierzu das folgende Telegramm:

Germanischer Lloyd

Berlin, Alsenstraße 12.

Zu Ihrem Ehrentage sprechen wir Ihnen unsere aufrichtigen Glückwünsche aus. Der Germanische Lloyd hat sich in den fünfzig Jahren seines Bestehens die Zufriedenheit der Reedereien und Werften erworben, das glänzendste Zeugnis für seine unparteiische Tätigkeit. Der Germanische Lloyd hat ferner durch seine grundlegenden Arbeiten in den Fragen des Freibords und der Schotteneinteilung die Anerkennung aller Schiffsklassifikations-Gesellschaften gefunden, die höchste Bewertung seiner technischen Leistungen. Der Germanische Lloyd wird hoffentlich in seinem zweiten halben Jahrhundert zur Ehre des deutschen Schiffbaues unbeirrbar auf den bisherigen Bahnen weiterwandeln.

Der Vorstand der Schiffbautechnischen Gesellschaft.

Der Germanische Lloyd erwiderte den Glückwunsch wie folgt:

An den Vorstand der Schiffbautechnischen Gesellschaft

Berlin NW. 6, Schumannstraße 2

Wir danken Ihnen sehr für die uns telegraphisch abgestatteten Glückwünsche zum Tage des 50jährigen Bestehens unserer Gesellschaft und beehren uns, Ihnen hier-



bei einem Bericht über den vergangenen Zeitraum zur gefälligen Kenntnisnahme zu überreichen.  
Hochachtungsvoll

Germanischer Lloyd  
gez. Ulrich. Pagel

Am 14. März hatte unser Mitglied, der Wirkliche Geheime Oberbaurat Herr Paul Hoßfeld seinen 70. Geburtstag, wozu ihm der Vorstand den nachfolgenden telegraphischen Glückwunsch übersandte:

Geheimrat Hoßfeld

Berlin, Pariser Straße 38.

Zu Ihrem heutigen siebzigsten Geburtstage senden wir Ihnen unsere herzlichsten Glückwünsche und gedenken dabei der Förderung, welche Sie dem deutschen Schiffbau während Ihrer langen Dienstzeit in der Marine zu Teil werden ließen.

Der Vorstand der Schiffbautechnischen Gesellschaft

Hierauf erhielten wir als Antwort das nachstehende Schreiben:

Berlin, im März 1917.

Vielen herzlichen Dank für die liebenswürdigen Glückwünsche zu meinem 70. Geburtstage, die mich hoch erfreut haben.

Hoßfeld, Wirklicher Geheimer Oberbaurat

Am 30. März feierte der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, Herr Professor E. Warburg, sein 50jähriges Doktor-Jubiläum. Eine Reihe wissenschaftlicher Vereine, denen sich auch die Schiffbautechnische Gesellschaft angeschlossen hatte, verehrte dem Jubilar zu diesem Tage seine von Professor Klimsch in Marmor ausgeführte Büste. Im Hause des Jubilars fand eine würdige Feier statt, bei der unsere Gesellschaft durch den Vorsitzenden vertreten war. Herr Professor Warburg hat unserer Gesellschaft hierauf mit folgendem Brief gedankt:

Charlottenburg, 13. April 1917.

Der Schiffbautechnischen Gesellschaft  
spreche ich für die schöne, mir zu meinem 50jährigen Doktorjubiläum dargebrachte Gabe meinen ehrerbietigen und herzlichen Dank aus. Seitdem die Leitung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in meine Hände gelegt ist, habe ich mich bemüht, gegenseitiges Verständnis und fruchtbare Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Technik zu fördern. Die von den maßgebenden Kreisen diesen Bestrebungen gezollte Anerkennung hat mir eine große Freude bereitet.

gez. E. Warburg

An die Schiffbautechnische Gesellschaft, Berlin

**Kundgebung des Allerhöchsten Protektors.**

Seine Majestät der Kaiser und König sandte an Seine Königliche Hoheit den Großherzog von Oldenburg, unseren Höchsten Ehrenvorsitzenden, anlässlich der Übersendung unseres letzten Jahrbuchs am 27. Januar nachstehendes Dankschreiben:

Großes Hauptquartier, 30. Januar 1917.

Durchlauchtigster Fürst, freundlich lieber Vetter und Bruder!

Euerer Königlichen Hoheit als dem Ehrenvorsitzenden der Schiffbautechnischen Gesellschaft sage Ich für die Glückwünsche zu Meinem Geburtstage und für das Jahrbuch für 1917 Meinen besten Dank. Mein Interesse bleibt der Gesellschaft, ganz besonders in den kommenden Zeiten, in denen der Wettbewerb der Völker auf dem Gebiete des Schiffbaues besonders scharf hervortreten wird.

Ich verbleibe mit den Gesinnungen unveränderlicher Hochachtung und Freundschaft

Euerer Königlichen Hoheit freundwilliger Vetter und Bruder  
gez. Wilhelm. I. R.

An des Großherzogs von Oldenburg Königliche Hoheit

---

## IV. Bericht über die neunzehnte ordentliche Hauptversammlung

am 22, 23. und 24. November 1917.

Zu allseitiger Überraschung war die Zahl der zu dieser Hauptversammlung gemeldeten Vorträge so groß, daß sie nicht alle gehalten werden konnten. Auch der Besuch der Versammlung war um 123 Teilnehmer größer als der des vorigen Jahres, der mit 732 Personen schon die jemals vorgekommene größte Anzahl erreichte.

### Erster Tag.

Wie in den drei vorangegangenen Kriegsjahren wurde die Hauptversammlung wieder mit der geschäftlichen Sitzung um 9 Uhr vormittags eröffnet, die von dem Vorsitzenden, Herrn Geheimen Regierungsrat Professor Dr.-Ing. Busley, geleitet wurde. Die Niederschrift auf Seite 92 enthält die Tagesordnung und die in der Sitzung gefaßten Beschlüsse.

Seine Königliche Hoheit der Großherzog von Oldenburg hielt um 10 Uhr vormittags vor Beginn der Vorträge folgende Ansprache:

M. H.! Die große Anziehungskraft, die unsere Hauptversammlung alljährlich auf die Mitglieder ausübt, hat sich auch für die heutige vierte Kriegstagung glänzend bewährt. Es waren nicht weniger als elf Vorträge angemeldet, von denen drei bis zum nächsten Jahre zurückgestellt werden mußten. Auch der Besuch unserer Tagung ist wieder als ein ungewöhnlich großer zu bezeichnen. Sie überschreitet die vorjährige, bisher größte Teilnehmerzahl von 732 um 123 und beträgt 855. Hätten wir nicht die augenblicklichen erschwerten Reiseverhältnisse, so würde die Besucherzahl sicherlich noch 855 überstiegen haben. Der Grund für diese rege Teilnahme liegt wohl darin, daß viele Herren, die in den ersten Kriegsjahren in der

Front standen, inzwischen wieder zu den Werften in ihre frühere Tätigkeit zurückkehren mußten, dann aber auch in der tiefen Beruhigung aller deutschen Gemüter über einen für uns glücklichen Ausgang des Krieges. Wir verdanken diese Überzeugung der unbezwingbaren Tapferkeit unserer Kämpfer in Heer und Flotte, ihren glorreichen Führern und dem felsenfesten Glauben an unsere Unüberwindlichkeit, in dem Seine Majestät der Kaiser von Beginn des Krieges an uns allen immer vorangegangen ist. — Lassen Sie uns Seiner Majestät hierin auch ferner treu folgen und dies beweisen durch den Ruf:

Unser Allerhöchster Schirmherr, Seine Majestät der Deutsche Kaiser und König von Preußen, Hurra! Hurra! Hurra!

Hierauf teilte Seine Königliche Hoheit mit, daß von Seiner Majestät dem Kaiser und König das nachstehende Telegramm eingelaufen ist:

An Seine Königliche Hoheit den Großherzog von Oldenburg  
Technische Hochschule, Charlottenburg.

Leider finde ich im Drange der Geschäfte nicht die Zeit an der diesmaligen Tagung der Schiffbautechnischen Gesellschaft teilzunehmen. Ich bitte aber, der Gesellschaft meine Freude darüber auszusprechen, daß sie trotz der Kriegsschwierigkeiten ihr Interesse an den für das Vaterland so wichtigen Schiffbaufragen weiter betätigt und wünsche der Tagung vollen Erfolg

Wilhelm. I. R.

Der Ehrenvorsitzende erbat von der Versammlung die Erlaubnis zur Absendung des folgenden Antworttelegrammes:

Seiner Majestät dem Kaiser und König  
Schloß Bellevue.

Die gnädigen Wünsche Euerer Majestät für die diesjährige Tagung der Schiffbautechnischen Gesellschaft haben die anwesenden 855 Mitglieder mit großer Freude entgegengenommen und geloben Euerer Majestät in Dankbarkeit und festem Siegeswillen in treuer Kriegs- und Friedensarbeit auch ferner unermüdlich zur Seite stehen zu wollen.

Friedrich August  
Großherzog von Oldenburg

Den ersten Vortrag hielt Herr Kapitänleutnant d. Sw. Dr.-Ing Foerster über: „Schiffbautechnische Organisation des Deutschen Feld-eisenbahnchefs auf der Donau“. Seine von sehr eindrucksvollen Lichtbildern begleiteten Ausführungen fanden die ungeteilte Aufmerksamkeit der Versammlung und wurden durch regen Beifall belohnt. Zur Erörterung ergriff nur Herr Werftbesitzer Ruthoff in Castell und Regensburg das Wort.

Der zweite Vortrag wurde von Herrn Ingenieur K l o c k in Hamburg über „Förderung von Körnergütern im Luftstrom und ihre Bedeutung für die Schifffahrt“ gehalten, ein Feld, das den meisten der Anwesenden sehr wenig bekannt war und daher auf rege Teilnahme stieß. Nachdem der Vortragende unter großem Beifall geendet hatte, übernahm Herr Geheimer Regierungsrat Professor Dr.-Ing B u s l e y den Vorsitz und entschuldigte Seine Königliche Hoheit, der wegen einer Einladung zum Frühstück bei Seiner Majestät dem Kaiser die Versammlung verlassen mußte. Darauf erteilte der Vorsitzende Herr Marine-Oberbaurat K r e l l das Wort, um zu den Ausführungen des Herrn K l o c k, betreffend die Kohlenübernahme, Stellung zu nehmen.

Nach diesen beiden Vorträgen trat die Frühstückspause ein, und dann kam Herr Oberingenieur L o o f, Düsseldorf, mit seinem Vortrag über „Neuzeitliche deutsche Werftmaschinen und Bearbeitungsanlagen für den Kriegs- und Handelsschiffbau“ zum Wort. Seine Ausführungen erregten, besonders bei den anwesenden Schiffbauern, die lebhafteste Anteilnahme, die noch durch die Erklärungen des Herrn Oberingenieur B ü s i n g gesteigert wurde.

Als letzter Redner des ersten Tages hielt Herr Geheimer Regierungsrat Professor S t u m p f seinen Vortrag über „Der Einfluß des Volumens des schädlichen Raums auf den theoretischen Dampfverbrauch (Raumschaden)“. Trotzdem die Versammlung dem Vortragenden lebhaften Beifall spendete, trat doch niemand in eine Erörterung des Vortrages ein.

Um 7½ Uhr abends versammelten sich die Teilnehmer mit ihren Damen zu dem in der Kriegszeit üblichen einfachen Abendessen im Marmorsaal des Zoologischen Gartens, an dem sich auch Seine Königliche Hoheit der Großherzog von Oldenburg beteiligte. Der große Saal war mit einzelnen Tischen, an denen 532 Personen saßen, vollständig ausgefüllt. Die Gesellschaft blieb in angeregten Gesprächen bis gegen 11 Uhr beisammen.

#### Z w e i t e r T a g.

Seine Königliche Hoheit der Großherzog eröffnete die Sitzung um 9 Uhr und überreichte zunächst Herrn Direktor Dr. phil. B a u e r die ihm im vorigen Jahre verliehene Silberne Denkmünze der Gesellschaft nebst der zugehörigen Urkunde, nachdem hierzu die Allerhöchste Genehmigung erteilt worden war. Seine Königliche Hoheit hielt eine kurze, die Verdienste des Herrn Bauer um die Schiffbautechnische Gesellschaft würdigende Ansprache, auf die Herr Bauer dankend antwortete.

Den ersten Vortrag hielt nun Herr Professor Lienau, Danzig über „Der Schiffbau als Kunst“. Zur Veranschaulichung seiner Gedanken führte Herr Professor Lienau eine Reihe von Lichtbildern vor und erntete reichen Beifall. In der Erörterung sprachen Herr Oberingenieur Dr.-Ing. Eggers und Herr Dr.-Ing. Foerster.

Als zweiter Redner dieses Tages trat Herr Professor Dr.-Ing. Föttinger, Danzig, auf. Sein Vortrag über „Neue Grundlagen für die theoretische und experimentelle Behandlung des Propellerproblems“ fand eine gespannt lauschende Zuhörerschaft, die ausnahmslos unter dem Eindruck stand, es hier mit einer tiefgründigen und eines weiteren Ausbaues fähigen Arbeit zu tun zu haben, was sich auch am Schlusse des Vortrages durch rauschenden Beifall Bahn brach. Ebenso lebhaft war auch die Erörterung, in der Herr Oberingenieur Kucharski, Herr Professor Dr.-Ing. Bendemann, Herr Professor Weber und Herr Professor Dr. Ahlborn sprachen.

Nach der Frühstückspause hielt als dritter und letzter Redner Herr Dr.-Ing. Moll seinen Vortrag über „Die Entwicklung des Schiffsankers und die Grundlagen der Konstruktion moderner Anker“, dem trotz der späten Stunde eine zahlreiche Versammlung beiwohnte und ihn höchst beifällig aufnahm. In der Erörterung ergriffen das Wort: Herr Geheimrat Busley und Herr Ingenieur Hein, letzterer führte eine kinematographische Aufnahme vor, die das Festhalten von Ankern auf dem Meeresgrunde zur Anschauung brachte.

Der Ehrenvorsitzende schloß die Hauptversammlung um 4 Uhr nachmittags.

Durch freundliches Entgegenkommen des Bild- und Film-Amtes wurde den Mitgliedern noch die Eroberung von Oesel und die 12. Isonzoschlacht in ausgezeichnet gelungenen Bildern vorgeführt, wofür die Versammlung dem anwesenden Leiter des Bild- und Film-Amtes, Herrn Oberstleutnant von Stumm, ihren lebhaften Dank aussprach. Etwas nach 5 Uhr nachmittags gingen die anwesenden Herren auseinander.

### Dritter Tag.

Etwa 100 Herren waren um 10½ Uhr in der Vorhalle des Postscheckamtes versammelt. Herr Postdirektor Schindler hielt einleitend einen kurzen Vortrag, in welchem er die Bedeutung und die Einrichtung des Postscheckamtes erläuterte. Unter seiner Führung und der zweier anderer Herren seines Stabes traten die Versammelten alsdann ihre Wanderung

durch die verschiedenen Räume des Amtes an, wo ihnen die Annahme, die Prüfung, die Buchung, die Überwachung und die Auszahlung der Schecks vorgeführt wurde. Der tägliche bargeldlose Umschlag, der durch diese Schecks erreicht wird, geht in die Millionen. Er wird zurzeit von etwa 1200 Damen und wenigen Herren in den verschiedenen Abteilungen bearbeitet.

Etwas nach 12 Uhr war die Besichtigung beendet, an deren Schluß Herr Geheimrat Busley dem Vorsteher des Postscheckamtes mit warmen Worten für seine und seiner Beamten Bemühungen den Dank der Schiffbautechnischen Gesellschaft aussprach.

---

## V. Niederschrift

über die geschäftliche Sitzung der XIX. ordentlichen Hauptversammlung  
am 22. November 1917, vormittags 9 Uhr.

Nach § 23 der Satzung sind auf die Tagesordnung folgende Punkte  
gesetzt:

1. Vorlage des Jahresberichtes.
2. Bericht der Rechnungsprüfer und Entlastung des Vorstandes von der Geschäftsführung des Jahres 1916.
3. Bekanntgabe der Veränderungen in der Mitgliederliste.
4. Ergänzungswahlen des Vorstandes. Es sind zu wählen: Der Vorsitzende, zwei nichtfachmännische Beisitzer und ein fachmännischer Beisitzer für den verstorbenen Herrn Geheimrat Veith.
5. Wahl der Rechnungsprüfer für das Jahr 1917.
6. Wahl der beiden gesetzlichen Vertreter.
7. Anträge der Mitglieder.
8. Sonstiges.

Der Vorsitzende, Herr Geheimer Regierungsrat Professor Dr.-Ing. Busley, eröffnet die Sitzung um 9 Uhr vormittags. Beim Beginn derselben sind etwa 70 Gesellschaftsmitglieder anwesend, die sich bis zum Schluß auf ungefähr 120 vermehren.

1. Die Versammlung verzichtet auf die Verlesung des mit den Vorträgen versandten Geschäftsberichtes 1917 und genehmigt ihn. Der Vorsitzende gedenkt hierbei der großen Zahl der im laufenden Jahre verstorbenen Mitglieder, unter denen sich die drei Vorstandsmitglieder: Herr Geheimrat Veith, Herr Präsident Achelis und Herr Geheimrat Gillhausen befinden.

Er schildert die großen Verdienste, die sich die drei Herren um das Aufblühen der Gesellschaft erworben haben. Insbesondere hat Herr Prä-



sident A c h e l i s dem Vorstande von der Gründung ab, über 18 Jahre lang, angehört. Er bittet die Versammlung, sich zum ehrenden Gedächtnis dieser Herren und unserer anderen verstorbenen Mitgliedern von ihren Sitzen zu erheben. Dies geschieht.

Der Vorsitzende weist noch darauf hin, daß die Veith-Stiftung mit 300 000 *M* im Reichsschuldbuch eingetragen ist, und daß für die Kriegsspende jetzt 77 000 *M* in 5 prozentiger Reichsanleihe angelegt worden sind.

2. Herr B l ü m c k e erstattet den Bericht über die Prüfung der Bücher, die er mit Herrn K r a i n e r vorgenommen hat. Die Bücher sind in Ordnung befunden und ebenso die Kassenführung. Er beantragt die Entlastung des Vorstandes von der Geschäftsführung des Jahres 1916. Die Versammlung erteilt einstimmig die Entlastung.

3. Die Versammlung verzichtet auf die Verlesung der Namen der ein- und ausgetretenen Herren, weil sie bereits im Jahresbericht aufgeführt wurden, der den Mitgliedern mit den Vorträgen zugegangen ist.

4. Zur Neuwahl steht der Vorsitzende, zwei nichtfachmännische Beisitzer, sowie ein fachmännischer Beisitzer für die noch bis zum Jahre 1919 laufende Amtsperiode des verstorbenen Herrn Geheimrat V e i t h. Der Vorsitzende übergibt den Vorsitz an Herrn Geheimrat R u d l o f f zur Vornahme der Wahl des Vorsitzenden. Herr R u d l o f f schlägt im Namen des Vorstandes vor, Herrn Geheimrat B u s l e y als Vorsitzenden wiederzuwählen. Herr Geheimrat H o ß f e l d befürwortet diesen Antrag und beantragt die Wahl durch Zuruf. Es erfolgt kein Widerspruch und ist somit Herr Geheimrat B u s l e y einstimmig wieder als Vorsitzender gewählt.

Nachdem Herr Geheimrat B u s l e y den Vorsitz wieder übernommen hat, bringt er im Auftrage des Vorstandes die Herren: P h i l i p p H e i n e k e n, Generaldirektor des Norddeutschen Lloyd in Bremen, als Vertreter der Reeder, und Generaldirektor V ö g l e r, Dortmund, den Vorsitzenden des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute, als dessen Vertreter, für die Wahl als nichtfachmännische Beisitzer in Vorschlag. Herr Geheimrat H o ß f e l d bittet die Versammlung, die Wahl dieser Herren durch Zuruf vorzunehmen. Hiergegen erfolgt kein Widerspruch. Der Vorsitzende stellt die erfolgte Wahl der Herren H e i n e k e n und V ö g l e r fest.

Für den verstorbenen Herrn Geheimrat V e i t h schlägt der Vorsitzende im Auftrage des Vorstandes dessen Amtsnachfolger, Herrn Geheimen Oberbaurat R e i t z, vor. Herr H o ß f e l d beantragt, auch diese Wahl durch Zuruf vorzunehmen. Da ein Widerspruch nicht erfolgt, er-

klärt der Vorsitzende Herrn Geheimrat Reitz für die noch ausstehende Amtsperiode des Herrn Veith, d. h. bis zum Ablauf des Jahres 1919, als gewählt.

5. Als Rechnungsprüfer werden die Herren: Direktor Blümcke und Professor Krainer einstimmig wiedergewählt.

6. Auf Grund von § 8 der Satzung werden als Vertreter der Gesellschaft im Sinne des § 26 des Bürgerlichen Gesetzbuches die Herren: Geheimer Regierungsrat Professor Dr.-Ing. Busley und Geheimer Oberbaurat Reitz sowie als ihre Stellvertreter der stellvertretende Vorsitzende Herr Wirklicher Geheimer Oberbaurat und Professor Rudloff und Herr Direktor Professor Pagel bestätigt.

7. Anträge der Mitglieder liegen nicht vor.

8. Herr Marinebaurat Berghoff hat der Schiffbautechnischen Gesellschaft 50 000 M 5 prozentige Krieganleihe als Grundstock für eine Berghoff-Stiftung überwiesen, deren Satzung der Vorsitzende zur Verlesung bringt mit der Bitte, daß die Versammlung diese Stiftung annehmen möge. Die Versammlung spricht diese Annahme aus.

Herr Geheimrat M. Krause dankt dem Stifter für seine hochherzige Spende in beredten Worten.

Der Verband Deutscher Patentanwälte hält am Freitag, den 23. November, abends 7 Uhr, im Nichtigkeitssaal des Kaiserlichen Patentamts in Berlin SW., Gitschiner Straße 97/103. eine öffentliche Versammlung ab. in welcher die Punkte:

Allgemeine Erörterung,

Organisation des Patentamts sowie

Wissenschaft und Praxis

besprochen werden sollen, und zu der die Mitglieder der Gesellschaft eingeladen werden.

Der Vorsitzende schließt die Sitzung um 9 Uhr 35 Minuten.

Charlottenburg, den 22. November 1917.

v. g. u.

Die gesetzlichen Vertreter:

**Carl Busley.**

**Theodor Reitz.**

---

## VI. Unsere Toten.

Wir verloren im Jahre 1917 außer einer großen Zahl von Mitgliedern auch drei Herren des Vorstandes, die Herren Präsident Achelis und Geheime Gillhausen und Veith, deren Verdienste um die Gesellschaft der Vorsitzende in der geschäftlichen Sitzung am 22. November eingehend hervorhob. Es sind verstorben die Herren:

- Abel, Hermann, Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Lübeck.  
Achelis, Fr., Konsul, Präsident des Norddeutschen Lloyd, Bremen.  
Baare, Fritz, Geh. Kommerzienrat, Generaldirektor des Bochumer Vereins, Bochum.  
Brückner, Rich., Kommerzienrat, Fabrikbesitzer, Calbe a. d. Saale.  
Courtois, Louis, Zivilingenieur, Berlin-Friedenau.  
v. Dazur, Alfred, Rittergutsbesitzer, Zeitz b. Groß-Särchen.  
Dietze, Fr., Oberinspektor, Hamburg.  
Friedländer, Korvettenkapitän a. D., Berlin.  
Gillhausen, G., Dr.-Ing., Geheimer Baurat, Essen a. d. Ruhr.  
Göhring, Adolf, Marine-Baurat für Maschinenbau, Kiel.  
Hempe, Gustav, Obergeringieur, Berlin-Steglitz.  
Krieger, Eduard, Geheimer Marinebaurat a. D., Berlin-Friedenau.  
Mechlenburg, Carl, Marine-Oberbaurat a. D., Elbing.  
Milde, Fritz, Schiffbau-Ingenieur, Stettin.  
Ritzhaupt, Friedrich, Direktor, Niederschöneweide b. Berlin.  
Rödel, Georg, Ingenieur, Stettin-Bredow.  
Schlotterer, Julius, Fabrikdirektor, Augsburg.  
Schulz, Richard, Ingenieur, Werft von Schichau, Danzig.  
Seeger J., Kaufmann und Prokurist, Danzig.  
Thorbecke, Carl, Kapitän z. See, Kiel.  
Veith, Rudolf, Dr.-Ing., Wirklicher Geheimer Oberbaurat und Abteilungschef im Reichs-Marine-Amt, Berlin.

## HERMANN ABEL

wurde in Kiel-Düsternbrook als Sohn des Hotelbesitzers Chr. Abel auf Bellevue geboren. Er besuchte die Realschule in Kiel bis zur Erreichung des Einjährigen Zeugnisses und trat dann bei der Maschinenfabrik von Schweffel & Howaldt in der gleichen Stadt ein, wo er 4 Jahre lang praktisch arbeitete. Hierauf ging er nach England und Schottland, wo er in größeren Schiffsmaschinenfabriken noch weitere 2 Jahre praktisch beschäftigt war. Nach seiner Rückkehr machte er einige Reisen im Maschinenpersonal auf Dampfern der Hamburg-Amerika-Linie. Nach Ableistung seines Dienstjahres in der Maschinisten-Abteilung der I. Werft-Division in Kiel besuchte er drei Jahre lang die Technische Hochschule in Hannover.

Nach beendeten Studien kam er als Ingenieur zu den Howaldt-Werken in Dietrichsdorf bei Kiel, wo er mehrere Jahre verblieb. Von 1888—90 war er bei Blohm & Voß in Hamburg tätig. Im letztgenannten Jahr trat er als Oberingenieur für Maschinen- und Kesselbau in der Schiffswerft von Henry Koch in Lübeck ein. Diese Stellung hatte er noch inne, als er am 31. August den Folgen einer Operation erlag, die eine schwere Erkrankung nötig gemacht hatte. Abel ist in allen von ihm innegehabten Stellungen als fleißiger und treuer Beamter geschätzt worden.

## FRIEDRICH ACHELIS

wurde am 3. März 1840 als Sohn des Kaufmanns Johann Achelis in Bremen geboren. Er besuchte in seiner Vaterstadt das Gymnasium und machte in einem großen Bremer Versandgeschäft seine kaufmännische Lehrzeit durch, um dann 2 Jahre lang in London in einem Ausfuhrgeschäft nach Brasilien zu arbeiten und weitere 2 Jahre hindurch in einem französischen Einfuhrhause in Havre seine kaufmännischen Kenntnisse zu bereichern. Auf diese Tätigkeit folgte ein einjähriger Aufenthalt in den Vereinigten Staaten von Amerika. Nach Rückkehr von dort wurde Achelis am 1. Januar 1866 Teilhaber der alten Bremer Firma Joh. Achelis, die nach seinem Eintritt in Joh. Achelis & Söhne geändert wurde, und die er gemeinsam mit seinem ihm vor wenigen Jahren im Tode vorangegangenen Bruder, Senator Joh. Achelis weiterführte.

Neben den Anforderungen, die die Leitung seiner Firma an ihn stellte, hat Friedrich Achelis seit Anfang der achtziger Jahre auch eine umfassende öffentliche Tätigkeit im Interesse des Allgemeinwohls ausgeübt und seine Kräfte uneigennützig dem Staat und der Kirche, dem Handel und der Schifffahrt und einer Reihe von großen Unternehmungen weitgehend zur Verfügung gestellt. Nachdem er zunächst sechs Jahre lang als Handelsrichter tätig gewesen war, gewann Achelis

im Jahre 1882 auch in kommunalpolitischen Angelegenheiten seiner Vaterstadt Einfluß und zwar durch seine Wahl zum Mitglied der bremischen Bürgerschaft, in die ihn die Kaufmannschaft entsandte. Fast immer, wenn es sich um die Beratung großer wirtschaftlicher Fragen handelte, die Bremens Handel und Schifffahrt berührten, ergriff er das Wort, um ruhig und sachlich seine Meinung zu äußern und damit dem Ganzen zu dienen. In besonderem Maße befähigten ihn hierzu seine engen Beziehungen zum Großhandel, zur Großschifffahrt, zur Großindustrie und zu Finanzkreisen, in deren Organen er tätig war.

Am längsten hat er seine Zeit und Kraft dem Norddeutschen Lloyd gewidmet, dessen Aktionäre ihn am 30. April 1877, zu einer Zeit, da noch H. H. Meier an der Spitze der Gesellschaft stand, in den Aufsichtsrat wählten. Vier volle Jahrzehnte hindurch hat er, ausgerüstet mit umfassenden kaufmännischen Kenntnissen, unter Lohmann, Wiegand und Heineken mitgewirkt an dem Ausbau dieser im Laufe der Jahre zu einer der größten Weltunternehmungen emporgestiegenen Schifffahrtsgesellschaft. Seine Beziehungen zum Norddeutschen Lloyd verengerten sich noch, als ihm vor fünfundzwanzig Jahren, am 23. April 1892, die Stellung des Vizepräsidenten des Norddeutschen Lloyd übertragen wurde und vor allem, als er am 21. September 1911 nach dem Ausscheiden Geo Plate's das Präsidium übernahm. In seiner Eigenschaft als Präsident wie auch vorher in Vertretung seines Vorgängers, hatte Herr Achelis oft Gelegenheit, den Lloyd bei wichtigen Anlässen nach innen wie nach außen zu vertreten. Am 30. April d. J., an welchem er auf eine vierzigjährige Tätigkeit im Aufsichtsrat zurückblickte, nahmen Aufsichtsrat und Vorstand der Gesellschaft Veranlassung, ihm in einem längeren Schreiben ihre Anerkennung und Dankbarkeit für seine großen Verdienste beim Norddeutschen Lloyd zum Ausdruck zu bringen. Auch S. M. der Kaiser ließ den Tag nicht vorübergehen, ohne den Jubilar zu beglückwünschen und ihn „in erneuter Anerkennung seines verdienstvollen Wirkens für die deutsche Seeschifffahrt“ mit dem Roten Adler-Orden 2. Klasse auszuzeichnen. Konsul Achelis benutzte den Tag, um sich selbst ein Denkmal zu setzen in einer Stiftung, die seinen Namen trägt. Aus dieser Stiftung sollen begabten Söhnen und Töchtern pensionierter oder verstorbener Beamten, Kapitänen und Offizieren des Norddeutschen Lloyd im Falle ihrer Bedürftigkeit Beihilfen zu ihrer Ausbildung gewährt werden. Das Jubiläum bildete einen bemerkenswerten Abschluß der langjährigen Tätigkeit Achelis' im Dienste des Norddeutschen Lloyd, dessen Präsidium er an diesem Tage niederlegte in der Absicht, zunächst noch im Aufsichtsrat der Gesellschaft zu verbleiben und dem Lloyd auch weiterhin mit seinen reichen Erfahrungen zur Seite zu stehen. Das Schicksal hatte es indessen anders be-

stimmt; kaum 3 Wochen später schloß er die Augen. Mit dem Lloyd trauerten viele an seiner Bahre, vor allen auch die großen wirtschaftlichen Institute, in deren Wirkungskreis er lange Jahre tätig gewesen war, so die Deutsche Nationalbank, Kommanditgesellschaft auf Aktien, die Sparkasse in Bremen, die Norddeutsche Hütte, die Rolandlinie, die Atlaswerke in Bremen, die Neu Guinea-Kompagnie und die Orientbank in Berlin, ferner der Grubenvorstand der Firma Krupp in Essen und der dem Norddeutschen Lloyd gehörenden Zeche Emscher Lippe und nicht zuletzt auch unsere Gesellschaft, zu deren Begründern und eifrigsten Förderern Achelis gehört hat. Seit dem ersten Tage ihres Bestehens hat er dem Vorstande angehört, in dem er hervorragend tätig war. Auf den großen Versammlungen der Gesellschaft hat er nie gefehlt und sich besonders um das Zustandekommen und die Ausgestaltung der Sommer-Versammlungen große Verdienste erworben. Bis in seine letzten Tage hat er mit regstem Interesse an allen Fragen teilgenommen, die die Schiffbautechnische Gesellschaft beschäftigten und ihre Entwicklung stets nach besten Kräften unterstützt. Wir werden sein Andenken als das eines großzügigen deutschen Mannes immerdar in Ehren halten.

#### FRITZ BAARE

war am 9. Mai 1855 zu Bochum als Sohn des Generaldirektors des Bochumer Vereins, Louis Baare, geboren. Er besuchte das Gymnasium zu Arnsberg bis zur Reifeprüfung im Jahre 1873, die technischen Hochschulen in Berlin und Karlsruhe bis 1876, verbrachte dann zu seiner weiteren Ausbildung zwei Jahre in England und mehrere Monate in Paris.

Am 1. Mai 1880 trat er in die Dienste des Bochumer Vereins für Bergbau und Gußstahlfabrikation als Stellvertreter seines Vaters, dem er als Generaldirektor des Bochumer Vereins folgte, als dieser in den Verwaltungsrat übertrat.

Als junger Ingenieur konstruierte Baare eine 4000 t hydraulische Hochdruck-Schmiedepresse mit allen Hilfsvorrichtungen, wie Pumpen, Kranen usw., die als eine der ersten Pressen dieser Art in Deutschland aufgestellt wurde.

Fritz Baares Verhältnis zu seinen Beamten und Arbeitern war ein ideales, es beruhte noch auf der von seinem Vater übernommenen patriarchalischen Grundlage, und dank der leutseligen und freundlichen Art seines Verkehrs konnte es während seiner ganzen Wirksamkeit am Bochumer Verein ungetrübt aufrecht erhalten bleiben.

Unter den zahlreichen Auszeichnungen, die ihm zuteil wurden, seien seine Ernennung zum Geheimen Kommerzienrat im Jahre 1907 und zum Dr.-Ing. e. h. der Technischen Hochschule in Aachen im Juli 1914 erwähnt.

Baare wirkte auch in der Öffentlichkeit als zweiter Vorsitzender der Bochumer Handelskammer, als Mitglied des Westfälischen Provinziallandtags, des Bezirks-eisenbahnrats und hat sich auch in anderen Ehrenämtern lebhaft im öffentlichen Interesse betätigt. Seit vielen Jahren war er Vorstandsmitglied des Vereins deutscher Eisenhüttenleute und der Nordwestlichen Gruppe des Vereins deutscher Eisen- und Stahlindustrieller. Nebenbei war er ein begeisterter Kavallerist und brachte es in seiner militärischen Tätigkeit bis zum Major der Reserve bei den Krefelder Husaren.

Er erlag am 10. April 1917 einem Herzleiden, das schon vor drei Jahren zum ersten Male in die Erscheinung getreten war. Sein Andenken wird fortleben bei allen, die den Vorzug hatten, mit ihm in nähere Berührung zu kommen, in der deutschen Eisenindustrie wird sein Name nie vergessen werden.

#### RICHARD BRÜCKNER

entstammte einer alten bekannten deutschen Papiermacherfamilie. Er wurde am 30. Mai 1857 als Sohn des Kommerzienrats Brückner zu Calbe an der Saale geboren. Nachdem er das Domgymnasium zu Magdeburg absolviert hatte, studierte er in Heidelberg und Berlin von 1877 bis 1879 Rechtswissenschaft und genügte zugleich seiner Militärdienstpflicht bei dem 6. Ulanenregiment in Mühlhausen i. Thür., bei dem er im Laufe der Jahre zum Rittmeister befördert wurde. Von 1879 bis 1881 erlernte Brückner in Harburg und Golzern die Technik des kaufmännischen und Werkbetriebes der Papierherstellung. Er trat dann in das väterliche Werk ein, bei dem er 1882 Prokura erhielt. Als sein Vater im Mai 1890 starb, übernahm Richard Brückner als alleiniger Inhaber die Firma Brückner & Co.

Er hat in umsichtiger und energischer Leitung seine Papierfabrik und Mühlenwerke fortgesetzt erweitert und den Ruf seiner Firma immer weiter verbreitet. Darüber hinaus hat er sich seiner Industrie, seinen Fachgenossen sowie den allgemeinen und öffentlichen Interessen mit seltener Aufopferung gewidmet. Die Handelskammer, der Kreistag, das Stadtverordnetenkollegium in Calbe nannten ihn den ihren. Aber vor allem hat er der deutschen Industrie gedient und sie vertreten, wo und wie er nur konnte. Im Jahre 1906 wählte ihn der Verein Deutscher Papierfabrikanten zu seinem Vorsitzenden. Er saß ferner im Direktorium des Centralverbandes Deutscher Industrieller und im Wirtschaftlichen Ausschuß. Als Vorsitzender des Arbeitgeberverbandes Deutscher Papier- und Zellstoff-Fabrikanten, den er mit begründete, bewies er auch in sozialpolitischen Dingen ein weitgehendes Verständnis.

Der Krieg, dessen Opfer Brückner geworden ist, weil ihn, den Pflichttreuen, nichts abhalten konnte, um allen Ansprüchen gerecht zu werden, hat den Wert dieses ausgezeichneten Mannes voll erkennen gelehrt. Die Gründung des Papiermacher-Kriegsausschusses, zu dessen Vorsitzenden er im Mai 1916 gewählt wurde, hat ihn in schwerster Zeit vaterländischer Not an einen Posten gerufen, der die höchsten Anforderungen an Wissen und Können stellte. Es ist ein tragisches Verhängnis, daß Brückner am Tage vor seiner Silbernen Hochzeit, als alle seine Angehörigen zu dieser Familienfeier versammelt waren, am 5. Dezember 1916 jählings aus dem Leben dahingerafft wurde.

Sein Wirken wird bestehen bleiben und allen denen unvergeßlich sein, die mit ihm in gemeinsamer Arbeit zusammen geschafft haben.

#### LOUIS COURTOIS

ist am 19. Juni 1856 in Stettin als Sohn des Schulvorstehers C. Courtois geboren worden. Da seine Eltern später nach Berlin verzogen, so besuchte er dort zuerst die französische Knabenschule auf der Königstadt, später die unteren Klassen des Köllnischen Gymnasiums und zuletzt die Realschule erster Ordnung in Prenzlau. Er verließ die Sekunda der letzteren Anstalt mit dem Einjährigen-Zeugnis und arbeitete dann im Jahre 1874 praktisch in der Maschinenfabrik und Eisengießerei von A. Riesebeck in Prenzlau. In den Jahren 1875—1876 absolvierte er die Provinzial-Gewerbeschule in Stettin, worauf er drei Jahre die Technische Hochschule in Berlin besuchte und Maschinenbau studierte.

Er betätigte sich dann in verschiedenen größeren Fabriken als junger Konstrukteur im Dampfmaschinenbau und im Schiffsmaschinenbau, um sich weitergehende Kenntnisse anzueignen. So war er der Reihe nach bei Egells in Berlin, bei F. Schichau in Elbing, bei Egestorff in Hannover und beim „Vulcan“ in Stettin, von wo er im Jahre 1895 zu Borsig nach Berlin kam. In dieser Stellung leitete er in Paris die Montage der auf der Weltausstellung von Borsig ausgestellten stehenden Dampfmaschine, bei deren Konstruktion er ebenfalls hervorragend tätig gewesen war, und übernahm alsdann während der Ausstellung die Vertretung dieser Firma in Paris. Im Jahre 1905 wurde Courtois Vertreter von F. Schichau in Elbing für stationären Dampfmaschinenbau, Kessel und Stahlguß in Berlin, bis er am 27. Februar d. J. plötzlich einem Schlaganfall erlag.

Courtois hat in den zwölf Jahren seiner Wirksamkeit in der letzten Stellung sein in der früheren Tätigkeit erworbenes gründliches technisches Wissen und seine praktischen Erfahrungen mit großem Geschick verwertet und die guten Beziehungen



der Firma Schichau zu dem großen Abnehmerkreise in Berlin und der Provinz Brandenburg nicht nur aufrechterhalten, sondern noch wesentlich gefördert.

#### WOLDEMAR VON DAZUR

wurde am 16. Oktober 1865 als Sohn des Justizrates von Dazur in Breslau geboren. Er besuchte das Magdalenen-Gymnasium seiner Vaterstadt und trat am 1. September 1885 als landwirtschaftlicher Eleve auf einem Gut in Schlesien ein. Vom Oktober 1886 bis 1887 genügte er seiner einjährigen Dienstpflicht bei dem I. Garder-Regiment in Berlin. Er setzte darauf seine praktische Lehrzeit auf verschiedenen Gütern bis zum Oktober 1889 fort und bezog dann in den Jahren 1889 und 1890 die Universität in Breslau. Im Jahre 1889 wurde er zum Leutnant d. R. im Dragoner-Regiment Nr. 4 befördert, dem er bis zum Jahre 1901 angehörte, als er wegen eines schweren Herzleidens seinen Abschied nehmen mußte. Im Jahre 1892 kaufte er das Freigut Tschachawe im Kreise Trebnitz in Schlesien, das er bis zum Jahre 1910 bewirtschaftete. In diesem Jahre zwang ihn sein Herzleiden, das Gut zu verkaufen und nach Hannover zu ziehen. Von hier aus war es ihm möglich, seinen lang ersehnten Wunsch in Erfüllung zu bringen, und sich dem Segelsport zu widmen. Er ließ sich an der Weser eine in der Wasserlinie 16,5 m lange Yawl „Königin“ bauen, auf der er längere Seereisen unternahm. So war er im Sommer 1914 auf einer Fahrt in das Mittelmeer durch die Straße von Gibraltar begriffen, als ihn an der spanischen Küste die Meldung von dem ausgebrochenen Kriege überraschte. Er lief darauf noch Malorka an und konnte schließlich nach einer recht stürmischen Überfahrt am 8. August 1914 Cagliari auf der Insel Sardinien erreichen. Hier mußte er seine Yacht außer Dienst stellen und mit der Mannschaft über Land nach Deutschland zurückkehren. Im Sommer 1916 kaufte er sich, nachdem sich seine Gesundheit etwas gebessert hatte, das Rittergut Zelz in der Nieder-Lausitz, um sich und seiner Familie eine neue Heimat zu gründen. Auf einer Reise von dort nach Hannover zog er sich eine Lungenentzündung zu, der er am 9. März d. J. erlag. Die deutschen Fahrtensegler verlieren in Woldemar von Dazur einen ihrer begeistertsten Vertreter.

#### FRIEDRICH DIETZE

ist am 8. Januar 1851 in Rehsen bei Wörlitz im Herzogtum Anhalt geboren, wo sein Vater Landwirt war. Er verließ das Elternhaus nach der Konfirmation und kam nach Leipzig bei einem Schlosser in die Lehre. Nach beendeter Lehrzeit trat er bei der Hamburg-Amerika-Linie als Maschinisten-Assistent ein. Im Jahre

1877 bezog er in Chemnitz die Werkmeister-Schule und trat hiernach bei der Hamburg-Südamerikanischen Dampfschiffahrt-Gesellschaft als Maschinist ein. Von dieser wurde er später als Baubeaufichtigender nach England gesandt und im Jahre 1889 als Inspektor für Maschinen- und Schiffbau eingestellt. Als später der Oberinspektor dieser Linie starb, wurde er mit dessen Amt betraut und erhielt im Jahre 1913 Prokura. Diese Stellung bekleidete er bis zu seinem Tode, wenn er auch durch ein schweres Herzleiden in den letzten beiden Jahren verhindert war, im Hafen und im Büro tätig zu sein, vielmehr die meisten Arbeiten in seiner Wohnung mit seinem Vertreter erledigen mußte. Am 3. November erlöste ihn ein Herzschlag von seinen jahrelangen Schmerzen. Seine Freunde, Vorgesetzten und Untergebenen standen trauernd an seiner Bahre.

#### KONRAD FRIEDLÄNDER

wurde am 2. Juli 1864 zu Königsberg in Preußen geboren als Sohn des Geheimen Regierungsrates Ludwig Friedländer, Professor der Philologie an der Universität ebendasselbst. Er besuchte das Wilhelm-Gymnasium und die Loebenichtsche Realschule in den Jahren 1874—1881 und trat am 12. April 1881 als Kadett in die Kaiserliche Marine ein. Am 21. November 1884 wurde er zum Unterleutnant, am 20. April 1889 zum Leutnant zur See, am 13. Januar 1896 zum Kapitänleutnant befördert.

Am 10. Juni 1901 wurde er dem Reichs-Marine-Amt zur Dienstleistung überwiesen. Er fand im Waffendepartement Verwendung und war dort bis zu seiner Verabschiedung aus der Marine am 13. Oktober 1908 tätig. Am 15. März 1902 erhielt er den Charakter als Korvettenkapitän.

Während seiner Tätigkeit im Reichs-Marine-Amt nahm Friedländer regen tätigen Anteil an der Ausgestaltung der Feuerleitungsanlagen an Bord S. M. Schiffe. Die steigenden Forderungen der Front, verbunden mit dem Fortschritt der Technik machten dies Gebiet zu einem wechselvollen und arbeitsreichen. Sie gaben dem Verstorbenen Gelegenheit bei eifrigster Hingabe besondere Erfolge zu erzielen.

Nach seinem Austritt aus der Marine arbeitete Friedländer einstweilen weiter auf dem Gebiete der Feuerleitungsanlagen und übernahm bei der Firma Neufeldt & Kuhnke in Kiel für einige Jahre die Leitung der einschlägigen Abteilung.

Nach seinem Ausscheiden aus dem Dienste dieser Firma widmete er sich ohne vertragliche Beziehungen zu einer bestimmten Stelle wechselnden Arbeitsgebieten. Im besonderen beschäftigten ihn Einzelheiten im Flugzeugbau. Hierbei arbeitete er zusammen mit der Firma Julius Pintsch.

Als erster in Deutschland hat er unabhängig von den gleichzeitig oder später im Auslande aufgetauchten Entwürfen die Konstruktion des Torpedoabwurfes aus Flugzeugen im Verein mit der genannten Firma durchgebildet und praktisch erprobt.

Als am 2. August 1914 die Mobilmachung alle zu den Fahnen rief, stellte auch er seine Käfte der Marine zur Verfügung.

Er fand wieder im Waffendepartement des Reichs-Marine-Amtes Beschäftigung und übernahm sein altes Gebiet, die Feuerleitungsanlagen. Seine Aufgabe war es, kurz vor dem Kriege mit Erfolg erprobte Konstruktionen den Schiffen der Front in möglichst weitem Maße zuzuführen. Das Gelingen seiner Arbeit hat mit zu den Erfolgen der Seeschlacht vor dem Skagerrak beigetragen.

Mit besonderem Eifer hat er es sich angelegen sein lassen, alle in sein Arbeitsgebiet fallenden Erfahrungen dieser Schlacht praktisch zu verwerten.

Neben dieser verantwortungsreichen und schwierigen Tätigkeit wußte er noch Zeit zu erübrigen, die Vervollkommnung der Angriffsmittel unserer Flugzeuge weiter zu verfolgen. Ein schöner Lohn war es für ihn, erleben zu können, daß durch Torpedoabwurf aus Flugzeugen feindliche Schiffe versenkt worden sind.

Seiner hingebungsvollen Schaffensfreude setzte ein seit Jahren an seiner Gesundheit zehrendes Leiden, dem auch durch mehrere Operationen nicht Einhalt geboten werden konnte, ein Ziel.

Sein Schicksal klar vor Augen, hatte er noch zuletzt den Antrag gestellt, ihn an einer Stelle im Kriege einzusetzen, wo er sein Leben fürs Vaterland hingeben könnte. Der Fortschritt seiner Krankheit machte es unmöglich, diesem Wunsche nachzukommen. Das ihm wenige Wochen vor seinem Hinscheiden verliehene Eiserne Kreuz I. Klasse war die Belohnung für die dem Waffenwesen der Marine treu geleisteten Dienste.

Wie ein Held ist er am 13. Mai 1917 seinem Leiden erlegen.

#### GISBERT GILLHAUSEN

war am 28. Juli 1856 als Sohn eines Hüttenbeamten der Gewerkschaft Jacobi, Haniel & Huysen, der heutigen Gutehoffnungshütte, zu Sterkrade geboren und erhielt seine Schulbildung auf den Realparallelklassen des Gymnasiums zu Wesel, wo er schon starke Vorliebe für die Mathematik bekundete. Der frühe Tod seines Vaters im Jahre 1865 stellte dessen Witwe, die, nur auf ein geringes Witwengeld

angewiesen, für die Erziehung von 8 Kindern zu sorgen hatte, vor schwere Aufgaben, und so war es fast selbstverständlich, daß Gisbert, ihr einziger Sohn, die Schule frühzeitig verließ, um möglichst bald auf eigenen Füßen stehen zu können. Er besuchte zunächst seit dem Jahre 1872 das Polytechnikum zu Aachen und widmete sich daselbst mit regstem Fleiße dem Studium des Maschinenbaufaches.

Schon im Jahre 1876 finden wir den noch nicht Zwanzigjährigen als Ingenieur der Gutehoffnungshütte zu Sterkrade, wo er als Konstrukteur der Abteilung Brückenbau u. a. an einem Schwimmdock für Danzig, an der zweiten Koblenzer Rheinbrücke und an verschiedenen Brücken der Gotthardbahn in maßgebender Weise mitzuarbeiten hatte. Um die Mitte des Jahres 1880 kam er zu den Rheinischen Stahlwerken nach Meiderich; anfänglich Assistent, wurde er 1883, also nach verhältnismäßig kurzer Tätigkeit, Oberingenieur und Leiter des Technischen Bureaus sowie des gesamten maschinellen Betriebes.

Um wertvolle Erfahrungen bereichert, wurde Gillhausen am 19. Juni 1890 von der Firma Fried. Krupp als Abteilungsvorsteher des Essener Technischen Bureaus angestellt und am 6. Dezember 1893 zum Vorstand dieses Bureaus ernannt. Mit ihm kam ein neuer Geist in dem technischen Betriebe des Kruppschen Werkes zu voller Entfaltung. Es war der Geist des modernen akademisch gebildeten Ingenieurs, dessen Walten in unserem großen Kriege die Welt so in Staunen versetzte.

Das Technische Bureau der Firma Krupp hatte als wichtigste Aufgabe alle Neuanlagen und Umbauten des Werkes zu entwerfen und auszuführen. Als Hauptwerk Gillhausens in dieser Stellung ist zunächst die Friedrich-Alfred-Hütte zu nennen, bei der es galt alle Vorteile der Technik auszunutzen, um die Ungunst mancher örtlichen Verhältnisse aufzuheben, und ein Werk zu entwerfen, dessen Vergrößerungsmöglichkeit nicht behindert werden sollte.

Sehr unternehmend zeigte sich Gillhausens technische Begabung auch beim Bau der Schiffswerft „Germania“ zu Kiel. Im Jahre 1898 hatte die Firma Krupp beschlossen, eine moderne und große Schiffswerft zu errichten. Nach eingehenden Studien, die ihn auch nach England und Amerika führten, wurden vom Jahre 1899 bis 1902 die Anlagen am Kieler Hafen errichtet. Abweichend von allen deutschen Werften wurden die Hellinge überdacht gebaut und damit eine Maßnahme getroffen, die sich später beim Bau der U-Boote bewährte.

Neben den vorerwähnten großen Aufgaben hatte Gillhausen in Essen selbst eine rege Tätigkeit in der Neugestaltung der Fabrikanlagen entfaltet. Unter seiner Leitung entstanden mechanische Werkstätten, Martinwerke, Stahlformgießereien, Kanonen- und Lafettenwerkstätten größten Umfanges und ein weiterer Beweis

für die Vielgestaltigkeit von Gillhausens technischer Begabung war es, daß er im Jahre 1908 die Betriebsleitung der Artilleriewerkstätten übernahm, sie auf ganz moderne Grundlagen umstellend.

Seit 19. Januar 1897 Prokurist und Assistent des Direktoriums der Firma Krupp, wurde Gillhausen am 1. Februar 1899 als Mitglied in das Direktorium der Firma berufen, dem er 14 Jahre lang angehörte. Lange bevor er am 1. Juli 1913 von seinem Amte zurücktrat, hatte er hierzu den Entschluß gefaßt, eingedenk der Lebensweisheit, daß der Techniker, will er mit Stolz und Befriedigung auf seine Tätigkeit zurückblicken können, mit seinem Abgange nicht warten darf, bis seine Kräfte nachlassen.

Wir dürfen von ihm als Ingenieur nicht Abschied nehmen, ohne einer weiteren Tat zu gedenken, die heute die schönsten Früchte dem Vaterlande reifen läßt. Es ist nicht genug bekannt, daß die Entwicklung des Dieselmotors Gillhausen einen ganz wesentlichen Anteil verdankt. Gemeinsam mit der Maschinenfabrik Augsburg hat die Firma Krupp dem Ingenieur Diesel die Entwicklung seines Motors ermöglicht. Der Eingeweihte weiß, daß ohne Gillhausen die Entwicklung des Dieselmotors nicht so vorangegangen wäre, und die U-Boots-Dieselmachine — und sie allein hat die auf der Germaniawerft entstandenen U-Boote zu ihren unerhörten technischen Leistungen befähigt — zum mindesten heute noch nicht verfügbar wäre.

Es lag Gillhausen nicht, im größeren Kreise als Redner aufzutreten. Das mag ein Grund dafür gewesen sein, daß er der breiten Öffentlichkeit nicht so bekannt wurde, wie es seiner Bedeutung zugekommen wäre. Nachdem er aus dem Direktorium der Firma Krupp geschieden war, setzte der schaffensfrohe Mann sich noch nicht zur Ruhe. Er blieb Vertrauensmann der Firma und stellte sein Wissen, seine Tatkraft und seine Erfahrungen noch in den Dienst einer Reihe anderer Unternehmungen, in die des Bochumer Vereins, der Deutschen Maschinenfabrik, der Mannesmann-Röhrenwerke, der Siemens-Schuckert-Werke, der Westfälischen Drahtindustrie, der Essener Credit-Anstalt und anderer Gesellschaften. Die Technik trennte er nie von der Volkswirtschaft. Das zeigte seine ersprißliche Tätigkeit in den Vorständen des Ruhrtalsperren-Vereins und der Emscher-Genossenschaft. Auch in der kommunalen Verwaltung war er zu Hause. An die 14 Jahre übte er starken Einfluß in der Essener Stadtverordneten-Versammlung aus, wo er sich namentlich um die Ausgestaltung der technischen Einrichtungen des Gemeinwesens verdient machte. Zugleich war er Mitglied des Kuratoriums der gewerblichen Fortbildungsschule und der Kgl. Maschinenbauschule sowie des Bezirksausschusses. Lange Jahre gehörte er dem Vorstände des Vereins deutscher Eisenhüttenleute

an, und wurde in dieser seiner Eigenschaft im Jahre 1906 auch als nicht fachmännisches Vorstandsmitglied der Schiffbautechnischen Gesellschaft gewählt. Mehr als 10 Jahre hat er in dieser Stellung eifrig und treu, wie es in seinem Charakter lag, für das Gedeihen unserer Gesellschaft mitgewirkt.

Von den zahlreichen Auszeichnungen, die der hervorragende Mann erhielt, haben ihn besonders erfreut die 1907 erfolgte Ernennung zum Dr.-Ing. ehrenhalber seitens der Aachener Technischen Hochschule, die Verleihung des Titels eines Geheimen Baurates anlässlich der Jahrhundertfeier des Krupp'schen Werkes im Jahre 1912 und das Eiserner Kreuz am schwarz-weißen Bande, das ihm für seine Tätigkeit in der technischen Verwaltung der besetzten westlichen Kriegsgebiete gegeben wurde.

Wenige Wochen vor seinem Tode wurde Gillhausen von dem Leiter des Kriegsamtes, Generalleutnant Gröcherer, als dessen Gehilfe in eine Vertrauensstellung berufen, um mitzuwirken an den gemeinsamen Aufgaben, die das Kriegsamtsamt mit der Industrie verbinden. Ein tragisches Geschick hat ihm nicht verstattet, diese wichtigen Aufgaben, an die er mit vaterländischer Begeisterung herantrat, und getragen von der Zuversicht aller beteiligten Kreise, daß er sie erfolgreich lösen werde, mit gewohnter Tatkraft durchzuführen. Eine Werksbesichtigungsreise, zu der ihn seine Arbeit im Dienste des Kriegsamtes nötigte, war die Ursache einer Erkältung, deren Folgen er am 16. März erlag.

Gillhausen besaß in seltenem Maße jene Gaben, die den rechten Ingenieur ausmachen: technisches Wissen in engster Fühlung mit den Forderungen der Praxis, eisernen Willen, der sich rücksichtslos durchzusetzen wußte, wenn es Wichtiges zu erreichen galt, zähe Ausdauer, unermüdlischen Fleiß, gewissenhafte Pflichttreue, treffsicheres Urteil, stark entwickelten Ordnungssinn, kaufmännisches Empfinden und rasches Erfassen des springenden Punktes; in allen Fragen das Herz auf dem rechten Fleck, war er zuverlässig in Gesinnung und gerecht im Tun, streng gegen sich selbst und seine Untergebenen, aber auch zugleich ihnen ein wohlwollender Berater und gerechter Vorgesetzter. Den Ingenieurstand suchte Gillhausen stets mit allen ihm zur Verfügung stehenden Mitteln hochzuhalten; jüngeren strebsamen Ingenieuren half er nicht nur gern vorwärts, sondern hatte auch, wo es nötig war, eine mildtätige Hand für sie, wie er überhaupt seinen Opfersinn in zahlreichen Fällen, insbesondere auch während des Krieges, gern bekundete.

Mit Gillhausen starb ein ganzer Mann und ein ganzer Ingenieur. Möge das Schicksal dem Vaterlande noch viele solcher Söhne geben, wie Gillhausen einer war.

## ADOLF GÖHRING.

Am 13. Juni 1870 zu Calbe an der Saale als Sohn des schon 1881 verstorbenen Gerbereibesitzers Christian Göhring geboren, besuchte er bis zu seinem zwölften Lebensjahre die Bürgerschule seiner Vaterstadt, um dann auf der Guericke-Oberrealschule in Magdeburg seine Schulbildung zu vervollständigen. Nach 1890 bestandener Reifeprüfung entschloß er sich, in die Laufbahn der höheren Marinebaubeamten einzutreten. Er arbeitete deshalb praktisch auf der Kaiserlichen Werft zu Kiel und bezog darauf die Königliche Technische Hochschule zu Charlottenburg, auf der er 1893 die Vorprüfung und 1898, nachdem er inzwischen auf der Kaiserlichen Werft Danzig sowie bei einer als Maschinistenassistent ausgeführten Reise nach New York seine praktische Ausbildung vollendet und ferner 1896 bis 1897 beim Garde-Pionier-Bataillon in Berlin seiner militärischen Dienstpflicht genügt hatte, die erste Hauptprüfung im Schiffsmaschinenbaufache bestand.

Zur weiteren Ausbildung wurde Göhring der Kaiserlichen Werft Kiel überwiesen und am 29. Januar 1899 zum Marinebauführer ernannt; sogleich nach bestandener zweiter Hauptprüfung trat er, der in seinem militärischen Verhältnis inzwischen auch zum Leutnant der Reserve befördert worden war, als Marinebaumeister zur Kaiserlichen Werft Danzig über, der er von 1902 bis 1907 als Betriebsdirigent angehörte; außerdem versah er von 1904 bis 1906 auch noch die Stelle eines Baubeaufachtigenden für die Schichauwerft zu Danzig. Vom 1. Juli 1907 ab wurde er als Betriebsdirigent der Kaiserlichen Werft Wilhelmshaven zugeteilt. Hier erhielt er als Tätigkeitsgebiet die Bauleitung der Maschinenanlagen für die Neubauten S. M. Schiffe, unter denen sich damals auch das erste Großkampfschiff der deutschen Marine, das Linienschiff „Nassau“, befand.

Doch schon das Jahr 1910, in dem er auch zum Marinebaurat befördert wurde, brachte ihm einen neuen Garnisonwechsel; es wurde ihm die maschinenbauliche Beaufsichtigung bei der A. G. Weser in Bremen übertragen, auf der er die maschinellen Einrichtungen der bei der genannten Firma in Bau befindlichen kleinen Kreuzer überwachte. 1912 wurde er dann als Referent für die Maschinenanlagen der Linienschiffe in das Konstruktionsdepartement des Reichs-Marineamts versetzt.

Mit Kriegsbeginn, der an die Leistungsfähigkeit der Kaiserlichen Werften besonders hohe Anforderungen stellte, wurde Göhring zur Aushilfe erneut der Kaiserlichen Werft Wilhelmshaven überwiesen, auf der er jedoch nur bis zum Frühjahr 1916 verblieb. Ein neues Kommando führte ihn zu dieser Zeit als Baubeaufsich-

tigender zur Friedr. Krupp A.-G. Germaniawerft in Kiel, und in dieser Stelle hat er, obwohl sich sein Leiden schon durch häufiges körperliches Unbehagen und stärkeren Kräfteverfall bemerkbar machte, in treuer Pflichterfüllung ausgeharrt, bis schwere Erkrankung ihn niederwarf und der unerbittliche Tod ihn am 30. August seinen dienstlichen Pflichten, aber auch einem glücklichen Familienkreise entriß.

Wie die vorstehend kurz wiedergegebene Darstellung seiner Dienstlaufbahn zeigt, war Göhring ein verhältnismäßig häufiger Wechsel seiner Dienststellen beschieden. Er hat im Laufe von 18 Dienstjahren nacheinander allen drei Kaiserlichen Werften und dem Reichs-Marineamt angehört und ist überdies auf 3 verschiedenen Privatwerften als Baubeaufsichtigender tätig gewesen. Überall ist es ihm gelungen, sich durch sein allezeit pflichtgetreues, von regem Fleiße getragenes Wesen die Anerkennung seiner Vorgesetzten, durch seinen echt kollegialen Sinn und die Liebenswürdigkeit seiner Umgangsformen die Zuneigung seiner Kollegen, durch seine ruhige, von tiefem Gerechtigkeitsgefühl durchdrungene Art die Achtung seiner Untergebenen zu erringen und zu erhalten. Sie alle werden dem allzufrüh Dahingegangenen, dessen rastlose Arbeit von Allerhöchster Stelle durch die Verleihung des Roten Adlerordens IV. Klasse und des Eisernen Kreuzes II. Klasse am weiß-schwarzen Bande die verdiente Anerkennung gefunden hatte, ein dauerndes Andenken bewahren.

#### GUSTAV HEMPE

ist am 8. November 1857 als Sohn des Tuchfabrikanten J. G. Hempe zu Luckenwalde geboren. Nach Besuch des Realgymnasiums seiner Vaterstadt erhielt er seine praktische Ausbildung in einer dortigen größeren Schlosserei. Von Michaelis 1873—1875 besuchte er die Königliche Provinzial-Gewerbeschule zu Potsdam. Seine erste Anstellung fand er im technischen Büro der Firma C. Louis Strube, Maschinen- und Dampfkessel-Armaturen-Fabrik in Magdeburg-Buckau. Nach mehrjähriger Tätigkeit gab er diese Stellung auf, um seiner Militärpflicht bei der I. Werftdivision in Kiel zu genügen. Von 1880—1883 stand er als Garantie-Maschinist im Dienst der Schiffswerft von F. Schichau in Elbing, um dann einen Posten als Baubeaufsichtigender und I. Maschinist bei der deutschen Dampfschiffahrtsgesellschaft „Hansa“ und später beim Norddeutschen Lloyd zu bekleiden. Am 1. November 1887 kam er als Betriebsingenieur zur Aktiengesellschaft „Weser“ in Bremen. Nach 7½jähriger Tätigkeit bei der Aktien-Gesellschaft „Weser“ trat er im April 1895 als Betriebs-Oberingenieur in den Dienst der Schiff- und Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft „Germania“ Kiel und Tegel bei Berlin. Als diese Gesellschaft im Jahre 1898 in den Besitz der Firma Fried.



Krupp A. G. überging, behielt er auch weiterhin die Oberaufsicht über den gesamten Betrieb. Im Jahre 1902 wurde der Tegeler Betrieb nach Kiel verlegt, auch dort versah er seinen verantwortungsvollen Posten weiter. Unter seiner Leitung wurden die Maschinen- und Kesselanlagen für eine Anzahl von Linienschiffen, Kreuzern, Torpedobooten, Fracht- und Passagierdampfern sowie stationäre Dampfmaschinen und Dampfturbinen gebaut.

Mitten in seiner Tätigkeit erlitt er Ende 1904 einen Schlaganfall. Nach einem längeren Kurbgebrauch in Wiesbaden nahm er im Juli 1905 seine Tätigkeit wieder auf. Zu seinem Leidwesen mußte er aber erkennen, daß er den großen Anforderungen seiner Stellung nicht mehr gewachsen war. So zog er sich denn im Frühjahr 1906 in das Privatleben zurück. In Steglitz bei Berlin durfte er sich noch längere Jahre des Ruhestandes erfreuen.

Zu Beginn des Jahres 1916 verschlimmerte sich ein schon lange Jahre bestehendes Magenleiden in bedrohlicher Weise. Eine Besserung trat nicht mehr ein und so ist er am 28. Juli 1917 nach schwerem Leiden entschlafen.

Der Schiffbautechnischen Gesellschaft hat er seit ihrem Bestehen angehört.

#### EDUARD KRIEGER

wurde am 5. Februar 1853 als Sohn des Geh. Medizinalrates Krieger in Berlin geboren, wo er zunächst das Friedrichs- und Wilhelms-Gymnasium besuchte. Nachdem er das Zeugnis der Reife zum einjährig-freiwilligen Dienst erworben hatte, besuchte er von Herbst 1870, da er sich dem Schiffbaufache widmen wollte, die Königl. Provinzial-Gewerbeschule in Potsdam, die er nach bestandenen Abiturientenexamen im Herbst 1871 verließ. Vom November 1872 bis Dezember 1873 arbeitete er hierauf als Baueleve auf der Werft der Aktien-Gesellschaft „Vulcan“ in Stettin und widmete sich alsdann dem Schiffbaustudium auf der Königl. Gewerbe-Akademie in Berlin, wo er zunächst nur bis zum Herbst 1874 blieb, um möglichst frühzeitig seiner Militärpflicht als Einjährig-Freiwilliger bei dem 1. Leib-Husaren-Regiment in Danzig zu genügen, bei dem er im Herbst 1877 zum Leutnant der Reserve befördert wurde. Schon in dieser Zeit zeigte sich bei ihm neben vornehmster Gesinnung und einer seltenen Herzengüte als besonders hervorstechenden Charakterzug eine durch nichts zu erschütternde Furchtlosigkeit und Entschlossenheit, indem er gelegentlich eines Brandes aus einem brennenden Wachtgebäude, in das sich kein anderer mehr hineinwagte, mit eigener größter Lebensgefahr einen schlafenden Husaren herausholte und ihm so das Leben rettete, eine Tat, die nur wenigen bekannt geworden ist, da er in seiner oft übertriebenen Bescheidenheit,

die ihm im Leben mancherlei Nachteile eingetragen hat, fast niemals davon sprach. Diese Furchtlosigkeit, die ihn vor nichts zurückschrecken ließ und bei der er seine eigene Person mehrfach in größte Gefahr gebracht hat, wenn wichtiges auf dem Spiele stand, hat sich in anderer Weise auch später, ohne daß es in die Öffentlichkeit gedrungen ist, vielfach zum Nutzen des ganzen Berufes, dem er sich gewidmet hat, bewährt.

Nach Ableistung seiner Militärpflicht hat er im Herbst 1875 das Studium auf der Hochschule in Berlin wieder aufgenommen und ist dann nach bestandenen Diplom-Hauptexamen im Herbst 1877 als Marine-Ingenieur-Aspirant auf der Kaiserl. Werft Wilhelmshaven angestellt worden, wo er im Herbst 1878 zum Schiffbau-Unteringenieur befördert wurde. Vom April 1890 bis August 1893 war er zum Reichs-Marine-Amt in Berlin kommandiert, von wo er wegen seiner gediegenen Kenntnisse und reichen praktischen Erfahrungen als Lehrer zur Marine-Akademie und -Schule nach Kiel versetzt wurde. Nachdem er im Mai 1896 zum Marine-Baurat und Betriebsdirektor befördert worden war, wurde er als solcher zunächst zur Kaiserl. Werft Wilhelmshaven und hiernach im Jahre 1903 zur Kaiserl. Werft Danzig versetzt, wo er nebenamtlich zugleich als Dozent für Schiffbau bei der technischen Hochschule tätig war. Im April 1909 wurde er als Lehrer für Schiffbau zur Marineschule in Kiel und Mürwick versetzt, wo er bis Oktober 1912 blieb. Nachdem er hierauf noch bis zum Februar 1913 auf der Kaiserl. Werft Wilhelmshaven tätig gewesen war, nahm er seinen Abschied aus dem Marinedienst und siedelte nach Berlin über, wo er im April 1913 als nichtständiges Mitglied beim Kaiserl. Patentamt angestellt wurde.

Ein schweres Nervenleiden, das sich schon seit längerer Zeit bemerkbar gemacht hatte, zwang ihn, sich vom 1. Juli 1916 ganz zur Ruhe zu setzen, in der Hoffnung, vielleicht bei völliger Schonung und guter Pflege eine Besserung von seinem Leiden zu finden. Das sollte sich nicht erfüllen; denn leider machte die Krankheit, zumal auch noch schwerer Gram hinzukam, weil sein jüngster hoffnungsvoller Sohn als Offizier im Felde den Heldentod fand, nur zu schnelle Fortschritte und setzte seinem arbeitsreichen Leben am 9. September 1917 ein Ende.

Neben seiner amtlichen Tätigkeit hat er sich ganz besondere Verdienste um die Schiffbautechnik dadurch erworben, daß er das „Handbuch für Schiffbau“ von Iohow nach dessen Tode mit größter Sorgfalt und Sachkenntnis vollständig umgearbeitet und in vielen Teilen ergänzt hat, so daß es in seiner neuen Gestalt als besonders wertvoller Zuwachs zur Schiffbauliteratur betrachtet werden kann.

Alle, die diesem echt deutschen, aufrechten Mann mit seiner vornehmen Gesinnung nahe gestanden haben, werden ihn nie vergessen.

## CARL MECHLENBURG

ist am 31. Dezember 1841 in Leck im Herzogtum Schleswig geboren, wo sein Vater Apotheker war. Er besuchte in Rendsburg die Realschule, arbeitete dann ein Jahr bei der nahe dieser Stadt gelegenen Karlhütte und studierte Maschinenbau an den Technischen Hochschulen in Zürich und Karlsruhe.

Nach Abschluß seiner Studien war er zuerst bei Schwefel & Howaldt in Kiel als Ingenieur bei der Konstruktion von Schiffsmaschinen tätig. Am 1. Juli 1868 trat er als Ingenieur-Aspirant bei der Kaiserlichen Marine ein. In dieser durchlief er die Laubahn als höherer Baubeamter und schied im Jahre 1906 als Marine-Oberbaurat nach 38jähriger Dienstzeit aus. Er siedelte hierauf nach Elbing über, wo er als Bessichtiger des „Germanischen Lloyd“ bis zu seinem am 10. Juni d. J. plötzlich erfolgten Tode wirkte. Mechlenburg war einer der wenigen älteren Baubeamten, die in ihrer Dienstzeit die Entwicklung unserer Marine aus kleinen Anfängen bis zu ihrer jetzigen Größe durchlebt haben.

## FRITZ MILDE

wurde am 12. November 1866 zu Berlin geboren. [Er war der Sohn des Königl. Eisenbahn-Stations-Assistenten P. Milde. Seinen ersten Schulunterricht erhielt er in der Privatschule des Herrn Auersbach in Breslau. [Durch die verschiedenen Versetzungen seines Vaters mußte er einen häufigen Schulwechsel durchmachen. So besuchte er 1874—1875 die Dorfschule in Dittersbach, 1875—1876 die Vorschule des Gymnasiums in Guben, wieder einige Monate die Dorfschule zu Ober-Stephansdorf; darauf bis 1880 die Stadtschule in Neumark. Durch diesen Wechsel verzögerte sich seine Ausbildung erheblich, so daß er erst mit 14 Jahren in die Oberquinta des Realgymnasiums am Zwinger in Breslau aufgenommen wurde und dort im Herbst 1887 das Abiturientenexamen bestand.

Sein Wunsch, Schiffbauer zu werden, veranlaßte Milde zum Besuch der Technischen Hochschule zu Charlottenburg sowie zur praktischen Arbeit auf der Schiffs- und Maschinenbau-A. G. „Germania“ in Kiel. [Seiner Militärpflicht genügte er 1891—1892 bei der I. Werftdivision, nachdem er bereits vorher als Hilfsarbeiter auf der Kaiserlichen Werft in Danzig seinem Berufe nachgegangen war.

In den Jahren 1895—1899 betätigte sich Milde im technischen Bureau des „Vulcan“ in Stettin mit Ausnahme einiger Monate, die er beim Germanischen Lloyd in Berlin verbrachte. Er trat dann seine Haupttätigkeit an, und zwar als technisches Mitglied der Schiffsvermessungsbehörde beim Königlichen Hauptzollamt in Stettin. 17 Jahre lang hat er dieses Amt bekleidet und nebenbei für die Seeberufsgenossenschaft sowie für die Stettiner Hafenzollverwaltung gearbeitet.

Während seiner langjährigen Tätigkeit in Stettin hat sich Milde in den dortigen Schiffbauerkreisen stets einer außergewöhnlichen Beliebtheit erfreuen können; was nicht zum wenigsten seinem ruhigen und bestimmten Auftreten zuzuschreiben ist. Ein Lungenleiden, welches in den letzten Jahren seine körperlichen Kräfte zusehends aufzehrte, trat Anfang Oktober 1916 derart schwer auf, daß er am 14. Januar 1917 seine Augen für immer schloß. Der Schiffbautechnischen Gesellschaft hat Milde seit ihrer Gründung angehört; sie wird ihm ein dauerndes Andenken bewahren.

#### FRIEDRICH RITZHAUPT

ist am 7. Juni 1860 zu Mannheim als Sohn des Geheimen Regierungsrats Dr. Fr. Ritzhaupt geboren. Er trat nach praktischer Tätigkeit in der Zentralwerkstatt der Großherzoglichen Staatsbahn und nach Vollendung seiner Studien auf der Technischen Hochschule zu Karlsruhe im Juli 1882 als junger Ingenieur in verschiedene Maschinenfabriken ein und kam im September 1884 zu der Firma Zobel, Neubert & Co. nach Gotha.

Am 1. Oktober 1892 übernahm er die Stelle des Oberingenieurs und Prokuristen bei der Maschinenbau-Akt.-Ges. vorm. Starke & Hoffmann in Hirschberg (Schlesien). Hier beschäftigte er sich vorwiegend mit Verbesserungen im Turbinen- und Transmissionsbau und führte auch Erweiterungen des Betriebes und den Umbau der Gießerei durch. In welcher guten Erinnerung Ritzhaupts Wirken bei der Firma Zobel, Neubert & Co. stand, bewies der Umstand, daß ihn diese Firma im Jahre 1896 zurückrief und ihm die technische Leitung ihres Unternehmens übertrug, eine Tätigkeit, die er mit bestem Erfolge zehn Jahre lang ausübte.

Im Juli 1906 wurde ihm auf Veranlassung des schon bei Zobel, Neubert & Co. mit ihm zusammen tätig gewesenem Verwaltungsdirektors Prieger der damaligen Deutschen Niles-Werkzeugmaschinen-Fabrik, der jetzigen Maschinenfabrik Oberschöneweide, die technische Leitung dieser Firma angeboten. In der Fülle der Manneskraft übernahm Ritzhaupt die schwierige Aufgabe der technischen Reorganisation dieses seinerzeit recht ungünstig arbeitenden Unternehmens und erreichte nach harter Arbeit bei nie versagendem Fleiß, unterstützt durch seine reichen Kenntnisse und Erfahrungen einen vollen Erfolg.

Ritzhaupt verriet bei allen Handlungen Großzügigkeit, ging jeder Neuerung und Anregung nach und kannte die Fabrikation bis in alle Einzelheiten; auch das Gießereiwesen beherrschte er gründlich. Wer nur oberflächlich den Verstorbenen in seiner süddeutschen Derbheit und in seiner drastischen Ausdrucksweise kannte, mochte wohl annehmen, es mit einem sehr strengen, wenn nicht gar

groben Menschen zu tun zu haben, seine Freunde aber wußten, welch edlen Kern die rauhe Schale barg.

Am 22. August wurde seine sterbliche Hülle den Flammen übergeben. Ein stattlicher Kreis von Mitarbeitern und Freunden gab ihm das Geleit zur letzten Schicht. Wenn von den Besten zu reden ist, wird auch der Name Ritzhaupt genannt werden.

#### GEORG RÖDEL

wurde am 10. Juni 1854 als Sohn des Bürgermeisters Rödel in Fürstenfelde (Kreis Königsberg i. M.) geboren. Er besuchte die Realschule in Frankfurt a. O., die er mit dem Einjährigenzeugnis verließ. Hierauf ging er auf die Königliche Provinzialgewerbeschule in Frankfurt a. O. Seine praktische Ausbildung erhielt er bei der Firma Henkels, Maschinenfabrik und Eisengießerei in Frankfurt a. O., bei welcher Firma er nach der Lehrzeit auch seine erste technische Stellung einnahm. Im Jahre 1874 trat er bei der Schiff- und Maschinenbau-Aktiengesellschaft „Vulkan“ in Stettin als Techniker ein, wo er bis zum Jahre 1884 verblieb, und wo er sich während seiner Tätigkeit ein großes technisches Wissen aneignete. Alsdann wurde Rödel von der damaligen Schiff- und Maschinenfabrik „Germania“, vormals Egells, der späteren Fried. Krupp Aktiengesellschaft Germaniawerft, als Konstrukteur eingestellt, welche Stellung er bis zu seinem am 19. Januar 1917 eintretendem plötzlichen Tode einnahm.

Während seiner langen Tätigkeit auf der Germaniawerft hat er an der Entwicklung der Schiffsmaschine für Kriegs- und Handelsschiffe regen Anteil gehabt. Bis zur Einführung der Turbine lag die Konstruktion der Schiffshauptmaschine zum größten Teil in seinen Händen, später lag ihm Entwurf und Ausführung der größeren Schiffhilfsmaschinen ob. In den Kreisen seiner Vorgesetzten wußte er sich als gewissenhafter und tüchtiger Konstrukteur die größte Achtung zu erwerben; seine Freunde und Kollegen beklagen mit seinem Heimgange den Verlust eines aufrichtigen und treuen Mitarbeiters.

#### JULIUS SCHLOTTERER

wurde zu Speyer am 4. Februar 1862 als Sohn des Herd- und Ofenfabrikanten Schlotterer geboren, absolvierte die Mittelschule seiner Vaterstadt und bezog im Herbst 1881 zum Studium der Maschinenbaukunde zuerst die Technische Hochschule in München, sodann jene in Karlsruhe und Berlin, wodurch er den Grund für die späteren Erfolge seiner praktischen Tätigkeit legte.

Seine erste Anstellung fand er 1885 bei der bekannten Dinglerschen Maschinenfabrik in Zweibrücken, welche er jedoch bereits im September 1887 ver-

ließ, um in die Maschinen- und Bronzefabrik L. A. Riedinger A. G., Augsburg einzutreten. Diesem Werke widmete er sein ganzes weiteres Leben mit einer Gewissenhaftigkeit und Arbeitsfreude, welche für seine Untergebenen ein dauerndes Vorbild bleiben wird. Zuerst mit dem Bau von Dampfmaschinen beschäftigt, übernahm er im Jahre 1896 die Leitung der im raschen Aufblühen befindlichen Abteilung für Kältemaschinenbau. Damals setzten schon die Bestrebungen ein, diese Maschinen für die Schifffahrt nutzbar zu machen, insbesondere war es die Kaiserlich Deutsche Marine, welche bei ihren Auslandsschiffen frühzeitig dazu überging, sich die Vorteile solcher Hilfsmaschinen anzueignen. Mit der Vergrößerung der Deutschen Flotte trat daher dieser Zweig des Maschinenbaues in einen ständig wachsenden Bereich und Schlotterer hatte in den Jahren 1900 und 1901 eingehende Beratungen mit den zuständigen Stellen des Reichs-Marineamts, um die Grundlagen für die heutige Verwendung der Kältemaschinen an Bord der deutschen Kriegsschiffe zu schaffen. Unter seiner Leitung wurden verschiedene Typen ausgearbeitet, welche allen Anforderungen an höchste Leistungsfähigkeit bei geringstem Gewicht entsprachen und für andere Erbauer als Vorbild dienten. Ständig in Berührung mit den Erfordernissen des praktischen Betriebes wurden auch die Neuerscheinungen auf diesem Gebiete, wie z. B. die Wasserdampfkältemaschine, den vorliegenden Zwecken angepaßt. Mittlerweile im Jahre 1906 zum technischen Leiter des Unternehmens aufgerückt, suchte Schlotterer den Schifffahrtsinteressen mit weiteren Fabrikationszweigen zu helfen.

Leider setzte fortschreitende Erkrankung seiner erfolgreichen Tätigkeit im Jahre 1916 ein Ziel und zwang den Verstorbenen zur Niederlegung seiner Stellung. Die Verschlimmerung seines Zustandes fesselte ihn bald ans Bett und machte nach kaum Jahresfrist am 12. April 1917 einem Leben ein Ende, welches in erster Linie strengster Pflichterfüllung gewidmet war und in der Sorge und Mühe für das anvertraute Unternehmen aufging, dabei aber stets gütig und hilfsbereit gegenüber Untergebenen und Mitarbeitern blieb.

Mit ihm ist nicht nur ein eifriger Förderer, auch süddeutscher Arbeit an gesamtdeutschen Interessen aus dem Leben geschieden, sondern ein Mann, dessen persönliche Eigenschaften ihm die Zuneigung und das herzliche Entgegenkommen aller jener sichern mußten, welche mit ihm gesellschaftlich oder geschäftlich in Berührung traten.

#### RICHARD SCHULZ

wurde am 8. Februar 1859 zu Beidendorf in Mecklenburg-Schwerin als Sohn des dortigen Organisten geboren. Nach Besuch der Stadtschule in Wismar arbeitete er praktisch in der Eisenbahn-Hauptwerkstatt zu Schwerin und be-

suchte dann in den Jahren 1878 bis 1881 das Technikum in Mittweida. Nach Absolvierung desselben ging Schulz zur See und fuhr 3 Jahre lang als I. Maschinist auf Hamburger Dampfern an der chinesischen und japanischen Küste. Nachdem in Kamerun die deutsche Flagge gehißt war, trat Schulz in die Dienste der Firma Woermann und fuhr bis zum Jahre 1888 auf den Dampfern dieser Firma in Westafrika. Zur Heimat zurückgekehrt, nahm der jetzt Verstorbene eine Stellung beim Vulcan in Stettin an und war dort vier Jahre im Büro für maschinelle Schiffseinrichtung tätig.

Bei Gründung der neuen Schichau-Werft wandte sich Schulz nach Danzig und ist hier über 25 Jahre im Maschinenbaubüro, Abteilung für Hilfsmaschinen und Schiffseinrichtung, an verantwortlicher Stelle tätig gewesen.

Seine reichen praktischen Erfahrungen, seine gründliche und gewissenhafte Arbeitsweise und sein unermüdlicher Fleiß erwarben ihm das Vertrauen der Firma und die Liebe seiner zahlreichen Mitarbeiter.

Eine besondere Freude bereitete ihm kurz vor seinem Tode, der ihn am 18. August von längerem schweren Leiden erlöste, die Verleihung des Verdienstkreuzes für Kriegshilfe.

#### JOHN SEEGER.

Am 23. August 1917 ist das langjährige Mitglied unserer Gesellschaft, Prokurist John Seeger, ganz plötzlich und unerwartet am Herzschlage verstorben. Er war geboren am 31. Dezember 1863 in Pillau und hatte in seiner Vaterstadt das Gymnasium besucht. Nach beendeter Schulzeit trat er bei der Speditions- und Reedereifirma Edw. & Geo Hay, Pillau, in die Lehre und verblieb dort bis zum Jahre 1889. Am 1. April dieses Jahres trat er in die Dienste der Firma F. Schichau, Elbing, über, war dort kurze Zeit in der Speditions-Abteilung tätig und wurde sodann der neu begründeten Danziger Schichau-Werft überwiesen.

Hier erlebte Seeger den ganzen Aufbau des neuen Werkes und übernahm im Jahre 1895 die Leitung der kaufmännischen Geschäfte. Seine hervorragende Arbeitskraft drückte seiner erfolgreichen, geschäftlichen Tätigkeit den Stempel auf, die auch äußere Anerkennung durch Verleihung mehrerer Ordensauszeichnungen gefunden hat.

Auch in seinem Privatleben war Seeger bei allen Bekannten sehr beliebt, jagdsportliche Interessen führten ihn oft in die Nachbarprovinzen und auch dort wird sein Andenken in weiteren Kreisen noch lange fortleben.

## CARL THORBECKE

wurde am 24. Oktober 1868 in Bamberg als Sohn eines Tabakfabrikanten geboren. Er besuchte das humanistische Gymnasium seiner Vaterstadt und trat am 15. April 1887 als Kadett in die Kaiserliche Marine ein. Hier durchlief er die verschiedenen Grade und wurde am 10. April 1911 zum Kapitän z. S. befördert. Als Wachoffizier und Erster Offizier, auch zum Teil als Kommandant, hat er an Bord einer Reihe von S. M. Kriegsschiffen fast den ganzen Erdball umschifft. Thorbecke zeichnete sich besonders durch seine artilleristischen Kenntnisse aus und war infolgedessen jahrelang als Referent und Dezernent zum Waffen-Departement des Reichsmarine-Amtes kommandiert. In dieser seiner Eigenschaft hat er in unserer Gesellschaft im Jahre 1910 einen Vortrag: „Der Aufbau schwerer Geschütztürme an Bord von Schiffen“ gehalten, der sich des größten Beifalles erfreute. Später war Thorbecke Kommandant von Linienschiffen, und starb am 25. Juli als solcher auf S. M. S. König Albert.

Wir haben in Thorbecke ein langjähriges, an unseren Bestrebungen lebhaften Anteil nehmendes Mitglied verloren, während die Kaiserliche Marine den frühen Heimgang eines sehr begabten Seeoffiziers beklagt.

## RUDOLF VEITH

wurde als ältester Sohn des Steuerinspektors Joseph Veith am 1. Juni 1846 in Bobischau, Kreis Habelschwerdt, geboren. Er entstammte einer streng katholischen Familie und wurde daher zunächst in das Knabenseminar zu Breslau mit der Absicht gegeben, ihn zum katholischen Geistlichen auszubilden. Da er hierzu keine Neigung verspürte, wechselte er die Schule und legte 1865 am Mathias-Gymnasium das Reife-Examen ab. Seine frühzeitige Neigung zur Technik bestimmte ihn zunächst, als Maschinenbau- und Hütten-Eleve in Malapane praktisch zu arbeiten. Darauf ist er in die Provinzial-Gewerbeschule zu Schweidnitz eingetreten. Das Kriegsjahr 1870/71 hat Veith infolge seiner Vorliebe für die Marine, dazu benutzt, um seiner militärischen Dienstpflicht bei dieser zu genügen. An Bord S. M. S. „Friedrich Carl“ lernte er den Betrieb von Schiffsmaschinenanlagen aus eigener Anschauung kennen.

Nach dem Kriege besuchte er von 1871—1874 die Königl. Gewerbeakademie zu Berlin und widmete sich besonders dem Studium des damals in Deutschland aufblühenden Schiffsmaschinenbaues, wobei er lebhaftere Anregungen in einem Kreise von Fachgenossen fand, die an der technischen Entwicklung der deutschen Marine und der deutschen Schiffbauindustrie bis heute mitgewirkt haben. Im Verein mit



einigen dieser geistig hochstehenden Freunde hat er während seiner Studienzeit durch die Bearbeitung eines für Nachholungszwecke sehr geeigneten Lehrheftes für Mechanik schöpferisch gewirkt und damit weniger Begabten die Wege zur Erreichung ihres Ausbildungszieles geebnet.

Nach Ablegung der 1874 eingeführten Diplomprüfung verließ er die Gewerbeakademie und trat als Ingenieur in die Maschinenfabrik von Egells ein. Hier erhielt er die weiteren Anregungen zum Bau von Schiffsmaschinen. Schon nach halbjähriger Tätigkeit ging Veith 1875 in den Dienst der Kaiserl. Marine und begann hier seine Laufbahn als Ingenieur-Aspirant auf der Werft Wilhelmshaven. 1880 wurde er nach der Kaiserl. Werft Danzig versetzt, 1885 als Baubeaufsehender nach Elbing zur Schichau-Werft und 1890 zur Kaiserl. Werft Kiel kommandiert. Auf Grund seiner bei Schichau gewonnenen Erfahrungen im Bau von Torpedoboote wurde er hier nach seiner Beförderung zum Marinebauinspektor 1891 dem Torpedoresort als technischer Beirat zugeteilt. 1895 wurde er ins Reichsmarineamt berufen und 1896 zum Marinebaurat und Betriebsdirektor ernannt. Als 1898 die Stelle des Leiters der Konstruktions-Abteilung bei der Torpedo-Inspektion frei wurde, übertrug man sie Veith und beförderte ihn 1899 zum Geheimen Marinebaurat und Maschinenbaudirektor. Damit trat Veith in die leitende Stelle für die technische Entwicklung der deutschen Torpedoboote.

Seine erste Tat war die Einführung der Wasserrohrkessel. Er entschied sich nach Besichtigung der Werften von Thornycroft und Yarrow für die Einführung eines engrohrigen verbesserten Thornycroft- sogen. Marine-Wasserrohrkessels. Hierdurch war es ihm gelungen, die Torpedoboote auf Leistungen zu bringen, die sie denen anderer Nationen überlegen machten.

Als mit dem Beginn des neuen Jahrhunderts die Entwicklung der Dampfturbinen einsetzte, war Veith der erste in Deutschland, der sofort ihre Überlegenheit gegenüber den Kolbenmaschinen für den Antrieb von Kriegsschiffen erkannte und daher alle Mittel in Bewegung setzte, um sie zunächst für die deutschen Torpedoboote nutzbar zu machen. 1905 gelang es ihm, das erste deutsche Turbinenboot S 125 für die Marine bereit zu stellen (vgl. seine Abhandlung in Mar. Rundschau 1906, S. 1353) und danach neue noch leistungsfähigere Turbinen-Torpedoboote in Bau zu geben.

In dieser Zeit entstanden unter seiner Leitung auch die ersten Entwürfe und Versuche für die deutschen Unterseeboote. In kurzer Zeit gelang es ihm das von Görz hergestellte erste Periskop vorzuführen; und vertrauensvoll tauchte er mit dem ersten von der Germania-Werft gebauten Unterseeboot unter.

Seine das Normalmaß weit überragenden organisatorischen Eigenschaften sowie seine Befähigung zur Entwicklung von Maschinenkonstruktionen lenkte die Aufmerksamkeit des Reichsmarineamts in solchem Maße auf ihn, daß er zum 1. Oktober 1906 als Vorstand der Abteilung für Maschinenbau des Konstruktions-Departements nach Berlin berufen und damit an die Spitze der gesamten Maschinenbautechnik unserer Marine gestellt wurde. Hier begann er damit, seine Erfahrungen im Dampfturbinenbau auch für die Linienschiffe und Kreuzer nutzbar zu machen. Erst waren es die kleinen, dann die großen Kreuzer und schließlich die Linienschiffe, die sämtlich einheitlich mit Turbinen und engrohrigen Marine-Wasserrohrkesseln ausgerüstet wurden.

Kaum war diese Aufgabe gelöst, da begannen neue Arbeiten für ihn; die Einführung der reinen und später der Zusatz-Ölfeuerung, sowie des Rädergetriebes in den Turbinenanlagen und endlich der Ausbau und die konstruktive Entwicklung der Schiffsölmaschine. Seine unbeirrbar Zuversicht feuerte die in Betracht kommenden Motorenfirmen immer aufs Neue zur Durchführung von Versuchen an, deren Kühnheit selbst den Spezialfachleuten zunächst Kopfschütteln verursachte. Trotz anfänglicher Fehlschläge ist ihm infolge seiner eisernen Energie und seines unerschütterlichen Vertrauens schließlich auch auf diesem Gebiete der Erfolg treu geblieben. Durch die Förderung des Baues schnellaufender, leichter Ölmaschinen als Antriebsmaschinen für Boote, Luftschiffe und für Dynamos hat er die deutsche Motorenindustrie auf eine Höhe gebracht, die dem deutschen Schiffbau nach Beendigung des Krieges helfen wird, der seitens unserer Feinde gegen sie aufgetürmten Hemmnisse Herr zu werden.

Wenn die Maschinenbautechnik der deutschen Marine heute in vielfacher Hinsicht der anderer Länder, insbesondere der unserer Gegner im Dampfturbinen- und Ölmaschinenbau überlegen ist, und wenn in unseren modernen Kriegsschiffen Maschinenleistungen verwirklicht worden sind, an die vor 10 Jahren noch niemand dachte, so verdankt sie diese Errungenschaft zum großen Teil dem vorausschauenden Blick und der Tatkraft des Heimgegangenen. Nicht zufrieden mit dem Erreichten verfolgte Veith bis in seine letzten Tage unermüdlich weitere großzügige Pläne, die für die Kriegsschifftechnik wichtige Umwälzungen in ihrem Schoße bergen.

Groß waren in den letzten Jahren auch die Ehrungen, die Veith von allen Seiten zuteil wurden. Nachdem er 1906 zum Geheimen Oberbaurat und Abteilungschef ernannt war, wurde er 1909 zum Wirklichen Geheimen Oberbaurat mit dem Range der Räte I. Klasse befördert. An Ordensauszeichnungen wurde

ihm u. a. der Rote Adlerorden II. Klasse mit dem Stern und der königlichen Krone und nach der Schlacht vor dem Skagerrak das Eiserne Kreuz I. Klasse verliehen, dem bald die Kriegsauszeichnungen anderer Bundesstaaten folgten. Die Technische Hochschule zu Darmstadt ernannte ihn 1910 zum Doktor-Ingenieur ehrenhalber und im gleichen Jahre machte ihn der Verein deutscher Ingenieure auf seiner Hauptversammlung in Danzig zu seinem Ehrenmitgliede und verlieh ihm 1915 die Grashof-Denkmünze.

In unserer Gesellschaft hat sich Veith schon frühzeitig betätigt. Als am 19. Februar 1899 im Hotel Kaiserhof in Berlin die Gründungsversammlung stattfand, da war auch er unter dem sehr bescheidenen Häuflein von 26 Herren, welche die Gesellschaft aus der Taufe hoben. Seitdem ist er stets ein eifriges Mitglied gewesen. 1908 wurde er in den Vorstand gewählt und ist diesem bis zu seinem Lebensende treu geblieben. Auf Antrag des Vereins deutscher Schiffswerften wurde er 1915 von der Hauptversammlung einstimmig durch die Verleihung der goldenen Denkmünze ausgezeichnet.

In dankbarer Würdigung seiner Verdienste um den deutschen Schiffmaschinenbau wurden ihm aus Anlaß seines 70. Geburtstages von einzelnen Herren und von an der Schiffbauindustrie beteiligten Firmen größere Geldbeträge überwiesen. Er hat diese Beträge mit Genehmigung des Reichs-Marineamts zu einer „Veith-Stiftung“ bestimmt, die er unserer Gesellschaft zur Verwaltung mit der Maßgabe übergeben hat, daß aus ihr bedürftige Studierende des Schiffbaues und des Schiffmaschinenbaues jährliche Unterstützungen erhalten sollen. Die Veith-Stiftung, die 300 000 Mark in 5% Reichsanleihen besitzt, wird sein Andenken nicht in Vergessenheit geraten lassen.

Bange Sorge erfüllte die Seinigen und seine vielen Freunde, als er sich vor 4 Jahren einer schweren Operation unterziehen mußte. Indessen überwand er deren Folgen und konnte am 1. Juni 1916 (dem Tage der Schlacht vor dem Skagerrak) seinen 70. Geburtstag im Kreise seiner Familie und seiner Freunde in voller Frische feiern. Eine schwere Erkältung, die er sich Mitte Dezember 1916 gelegentlich einer Dienstreise nach Hamburg zuzog und eine dadurch notwendig gewordene Darmoperation haben am 13. März 1917 sein Hinscheiden veranlaßt. Noch wenige Tage vor seinem Tode ließ er sich über die neuesten Fortschritte auf dem Gebiete der Ölmaschinen berichten.

So war es Veith vergönnt, in rastloser, zielbewußter und daher auch von Erfolgen gekrönter Arbeit seinem Vaterlande und der Technik bis an sein Lebensende zu dienen. Reiches Wissen und Können, ein vorurteilsfreier weiter Blick

für die Bedürfnisse seines Faches, eine großzügige Auffassung von allem Vorwärtsführenden und ein energisches Eintreten für die als richtig erkannten Aufgaben kennzeichnen diese hervorragende Persönlichkeit. Daß hierbei seine Ansichten oft mit Schärfe verfochten werden mußten, war erklärlich; gedämpft wurde sein Auftreten aber durch den frischen Humor, der ihn auch bei der größten Arbeitslast nie verließ, sie wurde willig ertragen mit dem unbedingten Vertrauen, das seiner ehrlichen Überzeugung von allen Beteiligten, Untergebenen wie Vorgesetzten, wie auch der außerhalb seiner Behörde stehenden Fachkreise entgegengebracht wurde.

Er war ein ganzer Mann!

---

**Vorträge**

der

**XIX. Hauptversammlung.**

## VII. Schiffstechnische Organisationen des deutschen Feldeisenbahnchefs auf der Donau.

*Vorgetragen von Kapitänleutnant d. S. II Dr.-Ing. E. Foerster.*

Im Spätherbst 1916 vollendeten die Rumänen und ihre hilfreichen Bundesgenossen ein überaus gründliches Zerstörungswerk auf der rumänischen Donau, durch welches den Mittelmächten Schleppraum für die Getreideausfuhr aus Rumänien entzogen, die technischen Mittel des Getreideumschlags vernichtet, alle erreichbare Schleppkraft zerstört und die Ladehäfen unbenutzbar gemacht werden sollten.

Dementsprechend wurden auf der rumänischen Donaustrecke zwischen Turn Severin und Braila alle beladenen und leeren Getreideschiffe versenkt, welche nicht gleichzeitig mit den fliehenden Truppen ins Donaudelta hinausgeführt werden konnten. Ferner wurden 13 in Turn Severin stationierte schwimmende deutsche Getreideelevatoren der Zentral-Einkaufsgesellschaft versenkt, die dort für den Umschlag des Getreides aus den tiefgehenden Griechenschlepps in die zur Torfahrt geeigneten kleineren Schlepps gedient hatten.

Das gleiche Schicksal teilten die bei Kriegsausbruch auf der rumänischen Donau befindlichen deutschen und österreichisch-ungarischen Dampfer.

Das Versenken geschah bei den Dampfern und Elevatoren durch Öffnen der Bodenventile und Abschrauben der Rohranschlüsse an der Außenhaut, bei einigen auch durch Artillerie. Die Lastschiffe wurden durch Heraus schlagen von Bodennieten oder — soweit sie beladen waren — durch schwere Sprengungen im Vor- und Hinterschiff zum Wegrutschen gebracht.

In den hauptsächlichlichen Getreideladehäfen wurden die Lastfahrzeuge an den Kais mit englischer Sachkunde und Sorgfalt so zum Sinken gebracht, daß sie — in Gruppen beieinander liegend — recht ernste Hindernisse der Ladearbeit darstellten, und daß man ihnen mit Hebeschiffen oder Ramm-

gerüsten nach den üblichen erfolgversprechenden Methoden nicht beikommen konnte, solange es nicht möglich war, einige der Objekte bei niederen Wasserständen nach Taucherdichtung mit wasserdichten Holzschacht-Aufbauten und Pumparbeit von oben her zu bearbeiten und herauszuziehen.

Der deutsche Feldeisenbahnchef, dem, wie im Vorjahre, auch jetzt wieder neben den Bahntransporten die verantwortliche Leitung des Getreide- und Petroleum-Umschlags von der Bahn auf das Schiff obliegt, hat in der Erkenntnis der großen praktischen Bedeutung baldiger energischer Bergungsarbeit bereits im November 1916 durch seine Schifffahrtsabteilung eine Organisation zur Wiedergewinnung versenkter Objekte, bzw. zur Räumung des Fahrwassers beginnen lassen, welche als „Deutsche Bergungsgruppe“ Mitte Dezember 1916 mit zwei Dampfern und acht in aller Eile mit Bergungsmitteln versehenen, sonst leeren Getreideschlepps von Regensburg aus talwärts schwamm.

Die Formation umfaßte bei ihrer Ankunft in Turn Severin 6 Gruppenführer und 23 Mann. Neun Monate später bestand sie aus 9 Gruppenführern, 240 deutschen Facharbeitern, 50 rumänischen Facharbeitern und rund 400 russischen Gefangenen, arbeitete an sieben Stationen auf einer Stromlänge von 500 Kilometern und unterhielt eine Schiffswerft in Turn Severin. Während der ersten sieben Monate hatte die Formation für die militärisch-technische Leitung nur einen Offizier. Dann traten drei jüngere Stationsoffiziere hinzu.

Die Organisation des Doppelbetriebes für Schiffshebung und Wiederherstellung war von vornherein so gedacht und bis heute so durchgeführt worden, daß ein Teil der sorgfältig ausgewählten Mannschaft für beide Zwecke verwendbar ist und je nach Bedarf verschoben werden kann. Das stärkere Anwachsen des Fachpersonals ist allerdings in erster Linie der Entwicklung des Reparaturbetriebes zuzuschreiben, da die Bergungen selbst mit vergleichsweise geringem Personal durchgeführt worden sind, und man sich für die Massenarbeiten der Entlöschung von Schlick und Getreide mit großem Vorteil der Gefangenenarbeit bedient hat.

Die Grundlagen der Organisation in Bezug auf ihre technischen Mittel waren unter den durch die Kriegsverhältnisse bedingten Umständen schwierig zu schaffen. Es wurde deshalb ein großer Teil des zunächst benötigten Materials durch Ermietung aus einschlägigen Betrieben beschafft. Die Werftbetriebe von Theodor Hitzler und von Röger Söhne, die Maschinenwerkstätte von John Harms, der Bergungsbetrieb von Flint, die Bugsier-

Beispiele in der Donau versenkter Dampfer und Elevatoren an einigen Ladeplätzen.

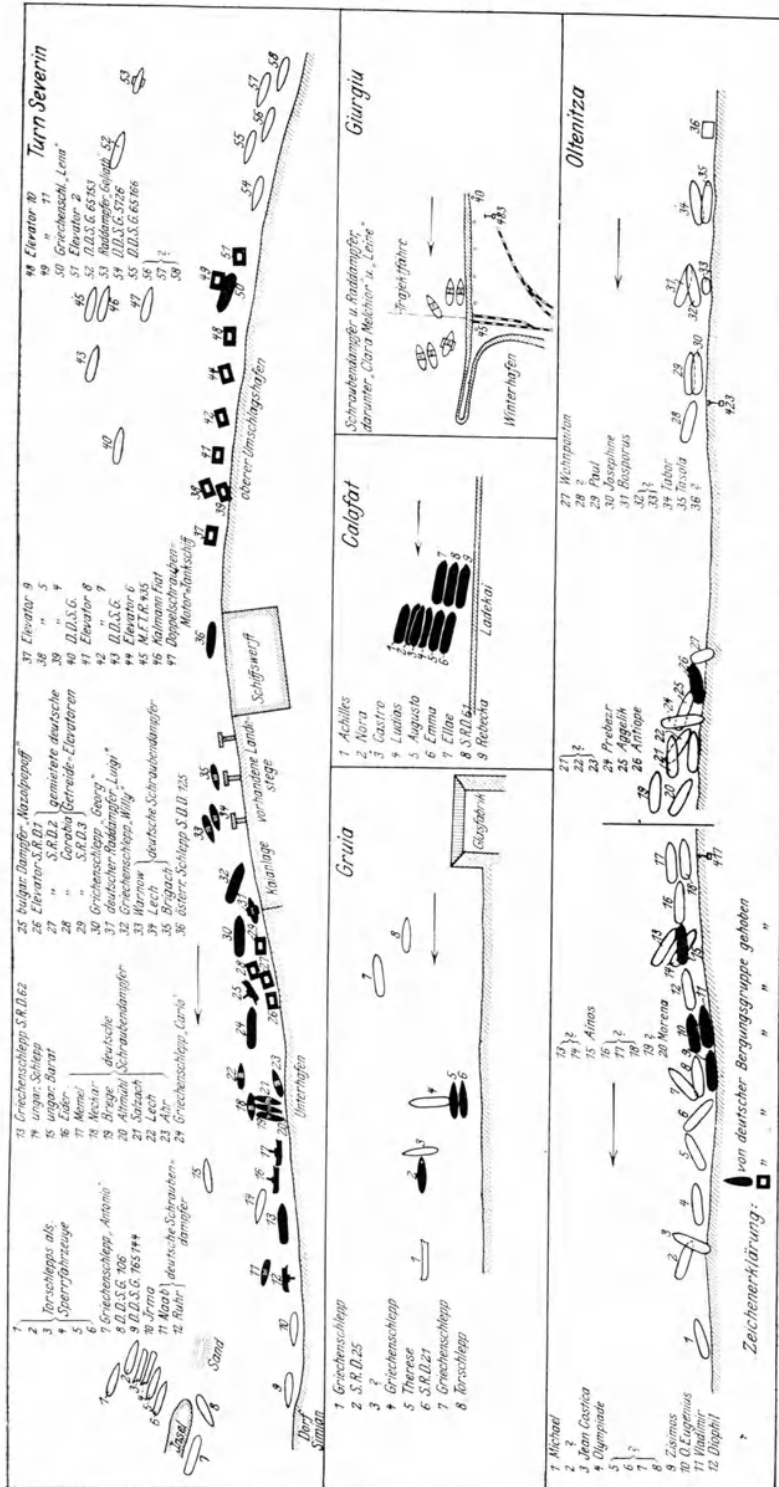


Abb. 1.



Reederei John Voigt und die Tiefbaufirma Sörensen, alle in Hamburg, beschafften aus ihren eigenen Betrieben sogleich die notwendigsten Einrichtungen und Werkzeuge, und später nach Klärung der Werftplatzfrage weitere Maschinen für Reparaturzwecke, während die Inhaber selbst als Gruppenführer eingestellt wurden. Jedem derselben wurde auf dem Reklamationswege eine kleine Anzahl seiner früheren, eingearbeiteten Spezialarbeiter herangeholt, und aus diesen Anfängen bildete sich allmählich der jetzt bestehende Stamm bergungskundiger Arbeiter, wodurch allein es möglich geworden ist, in verhältnismäßig kurzer Zeit nennenswerte Ergebnisse mit wenig Personal, unter teilweise schwierigen Umständen, zu erzielen.

Der auch in Rumänien abnorm kalte und lange Winter, und dann eine vielmonatige ununterbrochen regenlose Tropenhitze, der Pestgestank gährender Getreideladungen und das Arbeiten im zähen Donauschlick hat an die Gesundheit und Willenskraft der Leute stellenweise übermäßige Anforderungen gestellt, welchen die wetterfesten Hamburger Schiffer und Werftarbeiter, unermüdlich schaffend, mit einem durchschnittlichen Krankenbestand von nur ein bis zwei vom Hundert einwandfrei entsprochen haben.

Mit der Erkenntnis, daß die Wiedergewinnung der gehobenen Objekte bzw. auch nur die Sicherung ihrer Schwimmfähigkeit bis zur Reparatur durch eine leistungsfähige Werkstätte gesichert werden mußte, wurden, bald nach der Ankunft der Gruppe in Turn Severin, höheren Ortes Verhandlungen mit der k. und k. Kriegsmarine, die die Schiffswerft Turn Severin unter Zustimmung des A. O. K. Mackensen zunächst besetzt hatte, eingeleitet, welche zu der Bestimmung führten, daß die Turn Severiner Werft sich vor allem der Wiederherstellung geborgener Objekte zu widmen hätte und daß außerdem ein gesonderter deutscher Betrieb auf einem Teile der Werft als Reparaturstätte der Deutschen Bergungsgruppe eingerichtet werden sollte. Die auf gleiche Ziele gerichtete Arbeit beider Betriebe ist dann eine dauernde Quelle wertvoller dienstlicher und freundschaftlicher Beziehungen geworden, welche niemals die leiseste Trübung erfahren haben.

Bei der Ankunft der Bergungsgruppe in Turn Severin zeigte sich ein zunächst etwas entmutigender Befund. Oberhalb Turn Severins lagen neun reichsdeutsche Elevatoren versenkt an ihren Arbeitsplätzen. Dazwischen sah man Kranspitzen und Flaggenstangen versenkter Griechenschlepps und stellenweise noch Decksaufbauten aus dem Wasser ragen. Unterhalb des Hafens lag eine Gruppe von vier versenkten Elevatoren, die mit ihren Turmaufbauten durcheinander geraten waren und mit ihren Pontons zum Teil

**Versenkte Elevatoren und Raddampfer unterhalb Turn Severin.**



Abb. 2.

**Versenkte Elevatoren.**

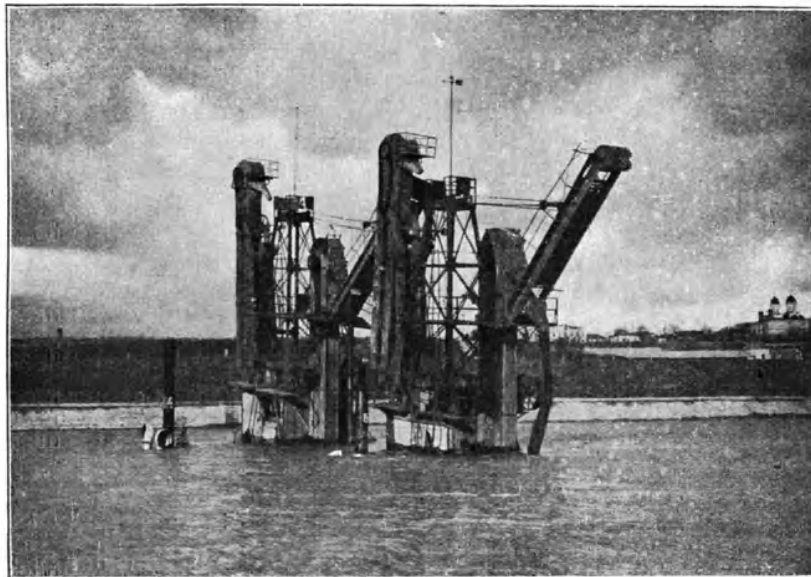


Abb. 3.

**Versenkte reichsdeutsche Schraubendampfer unterhalb Turn Severin.**



Abb. 4.

**Gehobene reichsdeutsche Schraubendampfer unterhalb Turn Severin.**

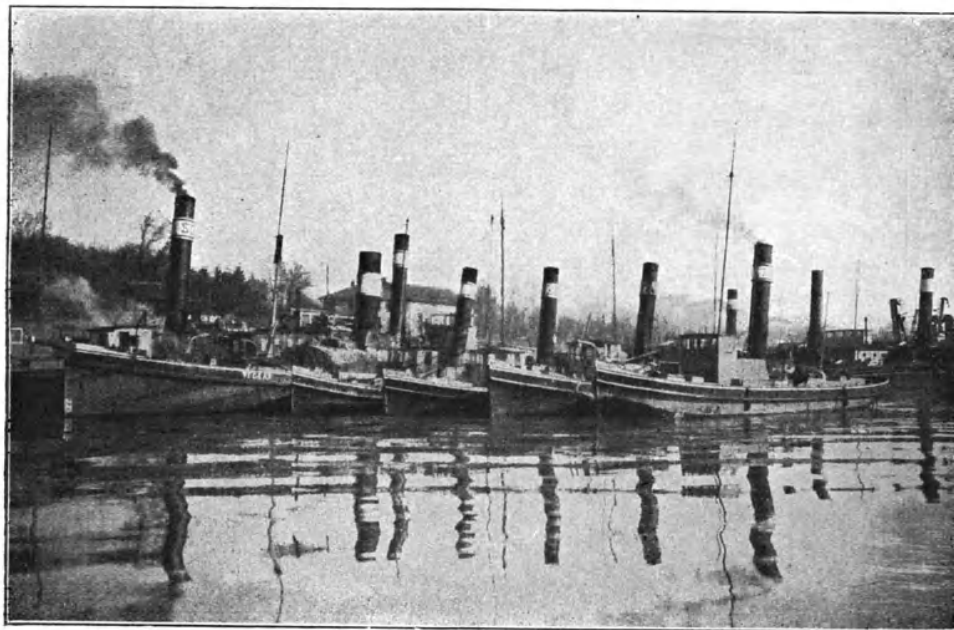


Abb. 5.

aufeinander saßen. Ein versenkter deutscher Raddampfer und weiter unterhalb eine ganze Reihe versenkter deutscher Schraubendampfer (Abb. 4) vervollständigten das Bild am Eingange des rumänischen Riesenfriedhofs. Außer den 28 sichtbaren Objekten wurden alsbald längs des ganzen Hafens von Turn Severin und in der näheren Umgebung der Stadt noch 32 tiefer unter Wasser liegende durch Peilungen festgestellt.

Im Februar 1917 trat durch Vereisung der oberen Donau und der Hauptzuflüsse das erste, Bergungen günstige Niedrigwasser ein. Abb. 37

**Gehobene reichsdeutsche Elevatoren oberhalb Turn Severin.**

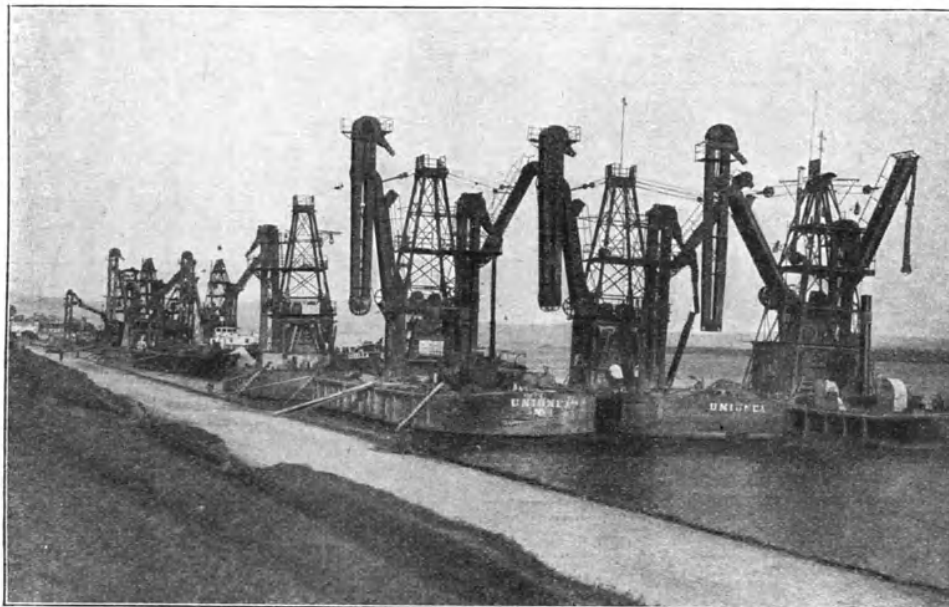


Abb. 6.

zeigt den Verlauf dieser unerwarteten Periode, die freilich dem Schiffahrtsverkehr einen argen Strich durch die Rechnung machte.

Innerhalb von 40 Tagen wurden in Turn Severin und in Giurgiu (wohin ein Teil der Bergungsgruppe schon Mitte Januar abgegangen war) im ganzen 5 reichsdeutsche Schraubendampfer, 11 Getreide-Elevatoren (Abb. 6), 5 Griechenschlepps großer Abmessungen, 1 Torschlepp sowie mehrere Pontons und Brücken geborgen. Diese Bergungen wurden von durchschnittlich 40 bis 50 Facharbeitern, unter Zuhilfenahme von rd. 20—30 Russengefangenen, ausgeführt und führten nebenher zur Wiedergewinnung von rund 1300 t noch verfütterbarem bzw. spritfähigem Mais.

Der Gunst des Niederwassers stand die außerordentliche Verschlickung der versenkten Fahrzeuge als Erschwerung der Arbeiten gegenüber. Alle Dampfer, Elevatoren und Schlepps waren „gestrichen voll“ mit einem festen Sandschlick zugespült, der bei einem spezifischen Gewicht von 2 bis 3 derart schwer zu entfernen war, daß selbst die Taucher mit Spaten häufig nicht wirksam genug arbeiten konnten und durch Spülpumpen unterstützt werden mußten. In jedem Getreide-Elevator, der an sich nur ein Konstruktionsgewicht von 250 t besitzt, befanden sich rund 400 Gewichtstonnen Schlick.

**Elevator „Corabia“ unterhalb Turn Severin ins Flußbett eingeschlickt.**

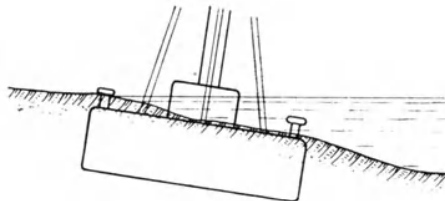


Abb. 7

**Freigrabung des versenkten Elevators „Corabia“.**

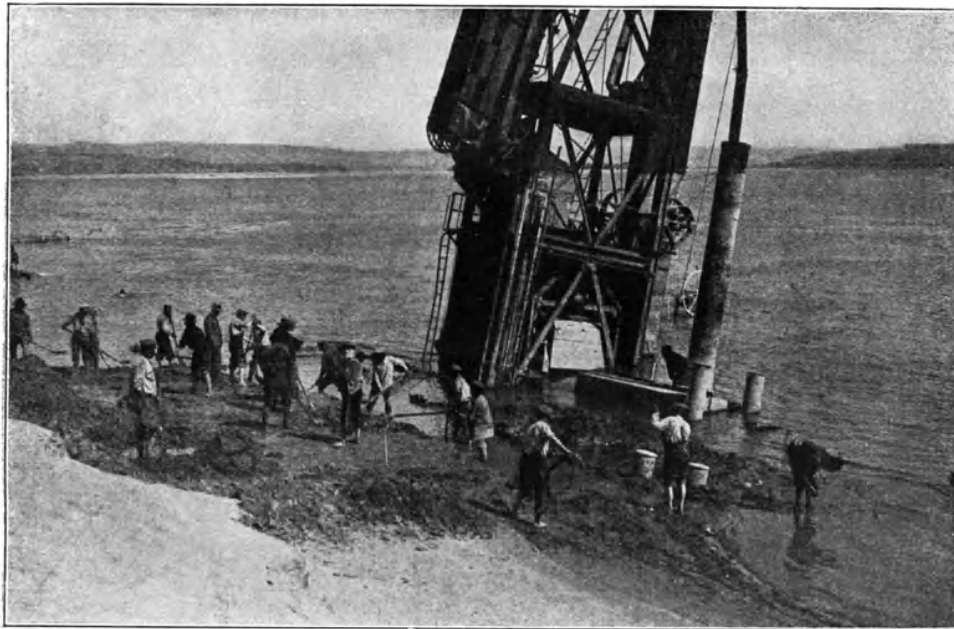


Abb. 8.

welche durch die Seitenfenster und durch die kleinen Decksöffnungen zum Teil noch über aufgebaute wasserdichte Holzschächte hinweg, durch Hand herausgeschaufelt werden mußten. Die Bergung der Elevatoren in dieser Niederwasserperiode kam damit auf ein „Wettrennen“ zwischen dieser quan-

titativ außerordentlichen Arbeit und dem Wiedersteigen des Wassers hinaus. In diesem Rennen blieben damals nur zwei von den dreizehn versenkten Elevatoren auf der Strecke und späterer Bearbeitung vorbehalten. Beim Sommer-niedrigwasser gelang es, diese beiden, tief eingeschlammten Elevatoren ebenfalls zu heben. Der eine von diesen, „Corabia“ (Abb. 7), hatte sich durch sein Gewicht und eine durch den Strom dort herbeigeführte Veränderung des Flußbettes um einen Betrag von mehr als seiner Pontonhöhe unter die Flußsohle begeben, so daß er durch Spülpumpen und Taucher ausgegraben werden mußte (Abb. 8), ehe die Bergung, nach Aufbau wasserdichter Holzschächte auf den Decksöffnungen und Schließen aller Außenöffnungen durch Taucher, begonnen werden konnte.

Verhinderung der Kentergefahr beim Elevator Unionea 11.

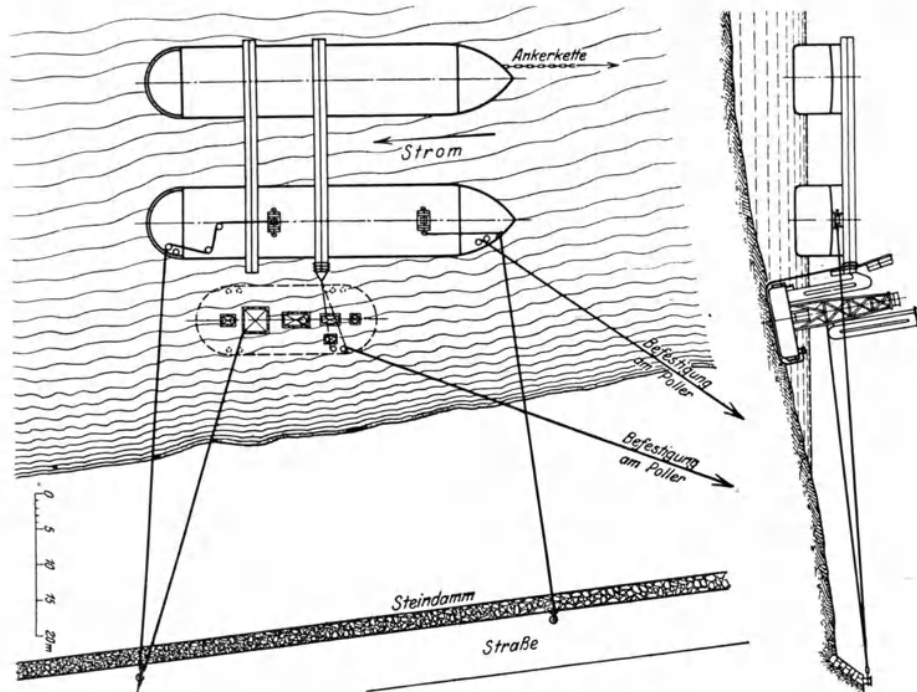


Abb. 9.

Am tiefsten unter Wasser lag der oberhalb Turn Severins versenkte Elevator „Uniunea Nr. 11“, welcher mit Hebeschiffen angehoben und auf flacheres Wasser gesetzt wurde, bis schließlich das letzte Stadium der Heraushebung nach Aufbau wasserdichter Holzschächte über den Deckshäusern durch Hochpumpen begonnen werden konnte. Bei dieser Lage des Elevators lag starke Kentergefahr vor, welcher durch Halterung an den Bäumen

des Hebeschlepps und durch Landverbindungen entgegengewirkt wurde (Abb. 9).

Mit den Elevatoren waren dem Nationalvermögen nicht nur Millionenwerte wiedergewonnen, sondern auch technische Hilfsmittel, welche sich in heutiger Zeit nur in jahrelanger Bauarbeit neu herstellen lassen. Drei der gehobenen Elevatoren, welche im Reparaturbetriebe der Bergungsgruppe wiederhergestellt wurden, arbeiten in Semendria, Turn Severin und Orsova im Dienste des Getreideumschlags, während bisher noch weitere vier betriebsfähig repariert worden sind. Die fertigen werden durch die Bergungsgruppe betrieben.

**Bergung reichsdeutscher Schraubendampfer.**

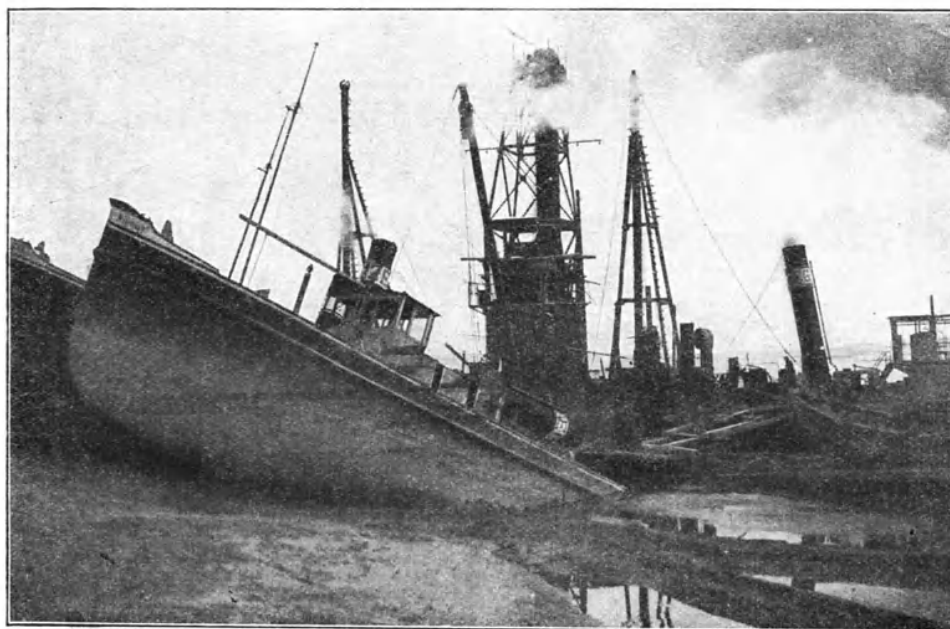


Abb. 10.

Als Leiter der besondere Fachkenntnis erfordernden Elevatorarbeiten und Betriebe wurde bereits im Dezember 1916 ein Spezialist, Oberingenieur M ü n c h , gewonnen und nach Turn Severin vorausgesandt, welcher während 27 Jahren in Rumänien Elevatorbetriebe geleitet und 1916 die 19 Elevatoren der Z. E. G. in Turn Severin bis zur rechtzeitigen Flucht betrieben hat. 1916 sind dort von Februar bis Juli über eine Million Tonnen Getreide für den Abtransport nach Deutschland umgeschlagen worden. M ü n c h machte gleich nach der Eroberung Turn Severins eine größere Anzahl rumänischer Arbeiter aus dem früheren Betriebe und ebenso die feindlichen Untertanen

ausfindig, welche in den ersten Tagen des Krieges die Versenkung der reichsdeutschen Dampfer, nach Entfernung und Vergrabung zahlreicher Maschinenteile, mit vorgenommen hatten. Mit Hilfe dieser Leute gelang die Auffindung nahezu aller versteckten Maschinenteile, wodurch Monate an Wiederherstellung gespart wurden.

Getreide-Elevator „Calafat“, zu Bergungszwecken hergerichtet.

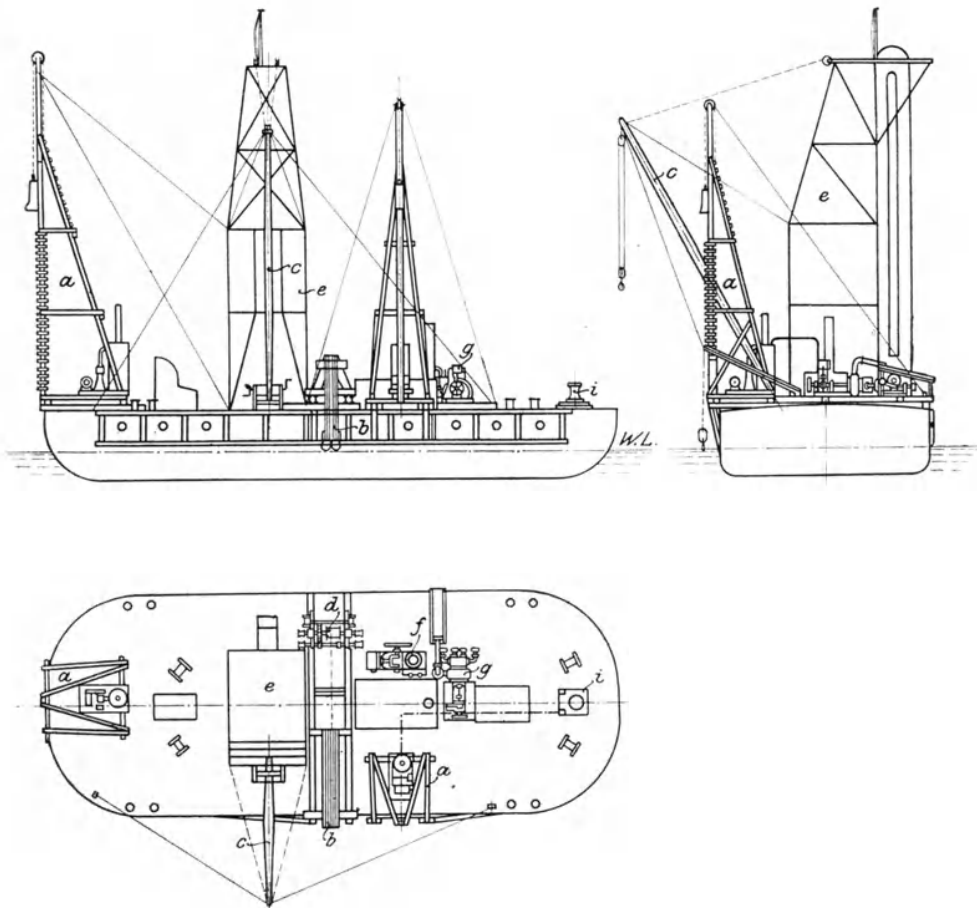


Abb. 11.

Die Bergung der Schraubendampfer erforderte, je nach Lage, verschiedenartige Maßnahmen. Beim Niederwasser des Februar ragten einige derselben mit den Vorschiffen weiter aus dem Wasser (Abb. 10). Sie wurden nach Taucherichtung hinten hochgepumpt, während Stahltrossen, die unter den Hinterschiffen durchgezogen waren, mittels schwerer Flaschenzüge von einem entsprechend hergerichteten Elevatorponton aus angehoben wurden. Vier



dieser Dampfer, nämlich „Ahr“, „Altmühl“, „Salzach“ und „Neckar“ führten dann, nachdem sie mittels Druckschrauben auch vorne aus dem Schlickbett etwas angelüftet und mittels Druckpumpen unterspült waren, einen regelrechten Stapellauf aus und drängten hierbei den Elevatorponton, an dem sie hingen, vor sich her. Dieses letztere Universalinstrument hat der Bergungsgruppe außerordentliche Dienste geleistet (Abb. 11). Es ist der total ausgeräumte und bezüglich Kessel- und Maschinenanlage demolierte geborgene Getreide-Elevator „Calafat“, welchem ein sogenannter Pfahlauszieher und zwei Dampfrahmen mit Dampfkesseln aufgebaut worden sind. Der Pfahlauszieher wurde in Verbindung mit dem Verholspill des Elevators gebracht, das seinerseits von den aufgebauten Dampfkesseln gespeist wurde. Die außerordentliche Stabilität des Fahrzeugs machte es möglich, sehr große Hubkräfte damit auszuüben. Bei Gelegenheit der vorbeschriebenen Abbergung der kleinen Schraubendampfer wurde als Gegengewicht auf der Stromseite ein ebensolcher Dampfer angebracht und festgelaßt, der sich während der Arbeit bis zu 50 cm aus dem Wasser anlüftete. Später ist dieses Universalinstrument noch um zwei kräftige Dampfmaschinen und um Wohnungseinrichtungen bereichert worden, während gleichzeitig nach mehrmonatiger Arbeit auch der Hauptdampfkessel wieder in Betrieb gebracht werden konnte, um die Pumpen sowie eine schwere, ebenfalls zugefügte Schiffswinde zu betreiben. Die Dampfrahmen haben die Rammpfähle für Hebeerüste und Werftbauzwecke zu schlagen. Vor kurzem wurde dieses Fahrzeug durch einen der gehobenen Schraubendampfer 500 km weit nach Rustschuk verbracht, wo es die zusammengestürzte stählerne Spundwand einer für Heereszwecke arbeitenden bulgarischen Zuckerfabrik entfernt und neue Kaifundamente rammt.

Nicht alle Schraubendampfer waren so leicht zu bergen, wie dies mit Hilfe des Kranpontons gelungen war. Mehrere gleichartige Dampfer — die bei beginnendem Sommerniederwasser gehoben wurden — lagen 7—9 m unter Wasser und mußten mit Hebeleichtern bearbeitet werden. Diese wurden aus zwei zerschossenen und ausgebrannten erbeuteten Russenleichtern hergerichtet, deren Kessel schnell betriebsfähig repariert waren (Abb. 12). Die Arbeitsweise solcher Leichter ist bekannt. Sie werden im gegenseitigen Abstand der Schiffsbreite des versunkenen Objektes über dasselbe gefahren. Zusammengelaschte Gruppen schwerer Baumstämme liegen von Leichter zu Leichter und werden mit dem zu hebenden Fahrzeug verbunden, nachdem die Leichter durch Einpumpen von Wasser um ihre Hubhöhe versenkt sind. Nach Auspumpen der Hebeleichter

Hebeleichter „S. A. B. 10 u. 11.“ Schema-Skizze und Deckseinrichtung.

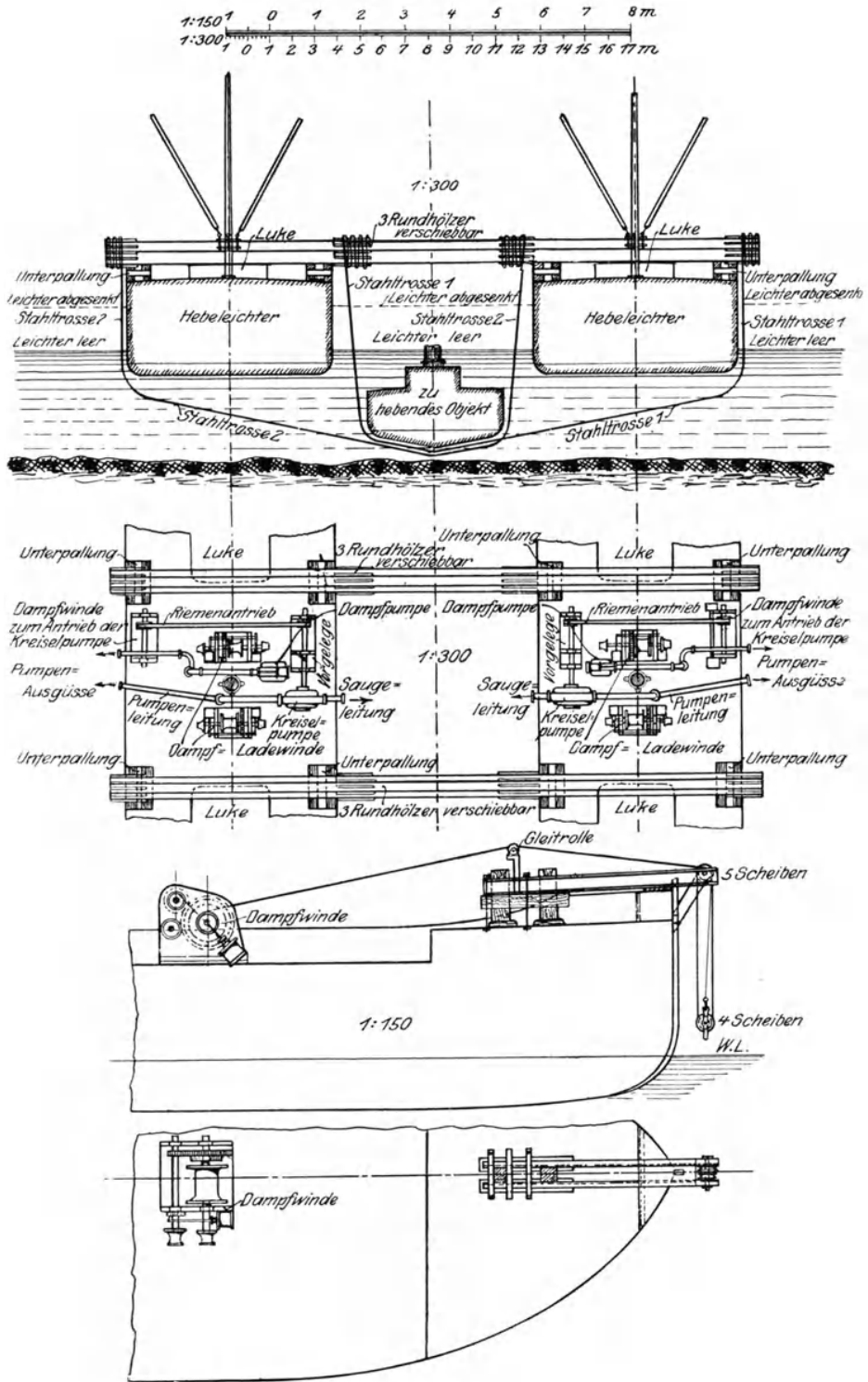


Abb. 12.

hängt das Objekt zwischen den Schlepps, und der ganze Convoi wird auf flacheres Wasser gefahren. bis das zu hebende Schiff wieder an Grund kommt, wo dasselbe Spiel noch ein- oder zweimal wiederholt wird, bis das Oberdeck wenigstens teilweise über Wasser erscheint. Dann beginnt die übliche Bearbeitung von oben, nachdem Lecks, Rohranschlüsse, Seitenfenster usw. durch Taucher gedichtet worden sind. Auf diese Weise sind die Schraubendampfer „Lech“, „Ruhr“, „Warnow“ und „Brigach“ aus tiefem Wasser gehoben worden.

Spindelgerüst zum Heben des Dampfers „Eider“.

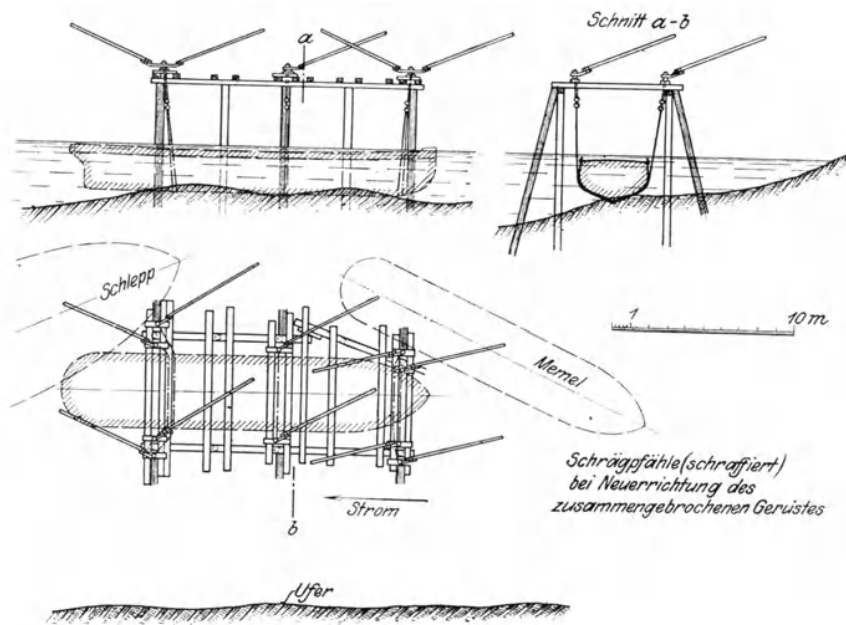


Abb. 13.

Beim Dampfer „Eider“, der mit seinem Hinterschiff durch ein teilweise darauf liegendes Lastschiff eingeklemmt war, versagte diese Methode, und eine Gruppe schwerer Baumstämme wurde sogar durchgebrochen. Es wurde dann ein Hebegerüst mit Schraubenspindeln um den Dampfer „Eider“ geschlagen (Abb. 13), welches im Betriebe zusammenbrach. Hierbei kam jedoch die Klemmung frei, und die Hebung gelang mit einem neuen gleichartigen Gerüst.

Die Bergung des deutschen Raddampfers „Luigi“ (Abb. 14) kam so ziemlich auf eine Exhumierung hinaus, nachdem das Vorderteil durch Taucher abgedichtet war. Das ganze Hinterschiff war in einem Schlickberg begraben, der zur Hochwasserzeit aufgespült war.

Wieder andere Mittel mußten bei denjenigen Dampfern angewendet werden, welche beim Versenken gekentert waren. Die Abb. 15—18 geben zwei kennzeichnende Beispiele dieser Art wieder, nämlich die Bergungen des deutschen Schraubendampfers „Naab“ und des bulgarischen Dampfers „Natzolpopof“. Beide lagen beim Niedrigwasser des Sommers 1917 so flach, daß sie nach Aufrichtung mit einem ca. 12 m hohen Bock, der mittels mehrfach geschorener Flaschenzüge von kräftigen Landwinden bearbeitet wurde, aufgerichtet und direkt hochgepumpt werden konnten.

**Raddampfer „Luigi“ mit eingeschlicktem Hinterschiff.**

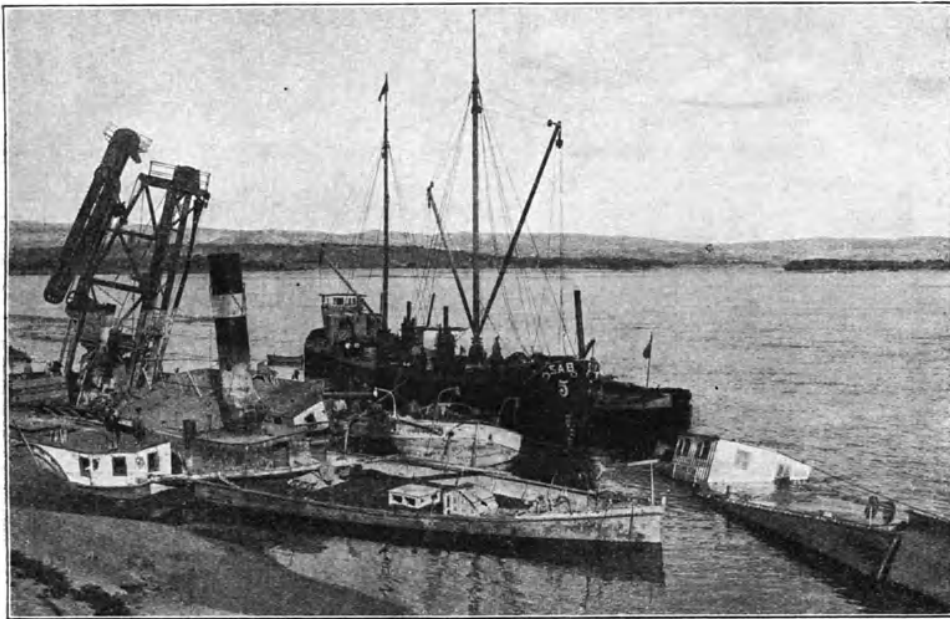


Abb. 14.

Ein besonderes Kapitel ist die Bergung der Griechenschlepps, die — soweit beladen — größtenteils durch schwere Sprengungen versenkt waren und zu deren Konstruktionsgewicht von 180—250 t meist noch 400—800 t Getreide und dann noch 1000—3000 t fester Schlick hinzukam. Es war deshalb ein Arbeiten mit den Hebeleichtern wegen der Gefahr des Durchbrechens der Objekte ausgeschlossen. Diese Bergungen mußten, wo die Decks beim Beginn der Arbeiten unter Wasser waren, durch Aufbau von mehr oder weniger hohen wasserdichten Schächten über allen Decksöffnungen und Luken, sowie durch gleichmäßiges Leichtern aller Räume im versenkten Zustande

**Gekenterter Schraubendampfer „Natzolpopof“.**



Abb. 15.

**Aufrichten des „Natzolpopof“ mit Bock und Landwinden.**



Abb. 16.

Take lung für das Aufrichten des deutschen Schraubendampfers „Naab“.

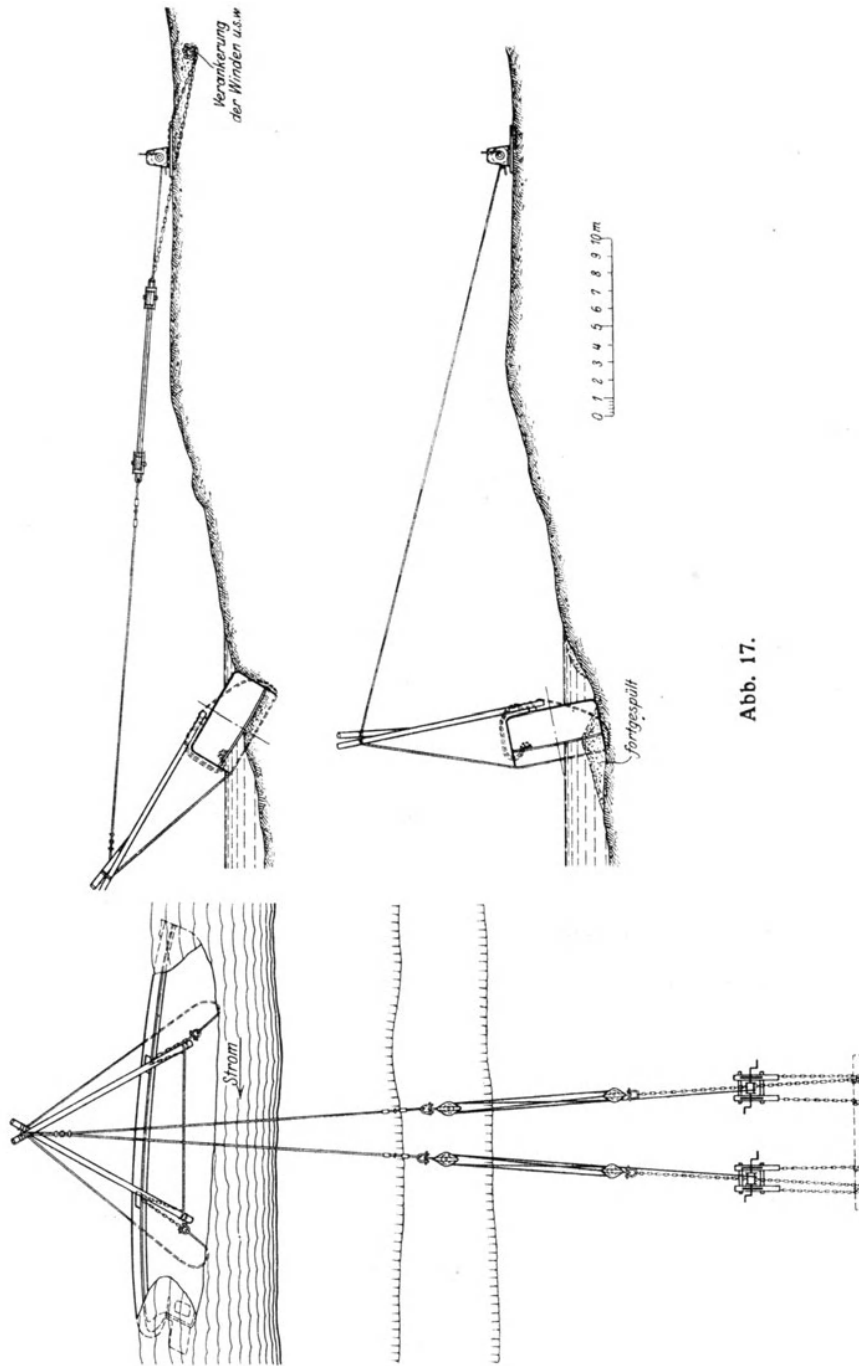


Abb. 17.

Take lung für das Aufrichten des bulgarischen Schraubendampfers „Natzolpopof“.

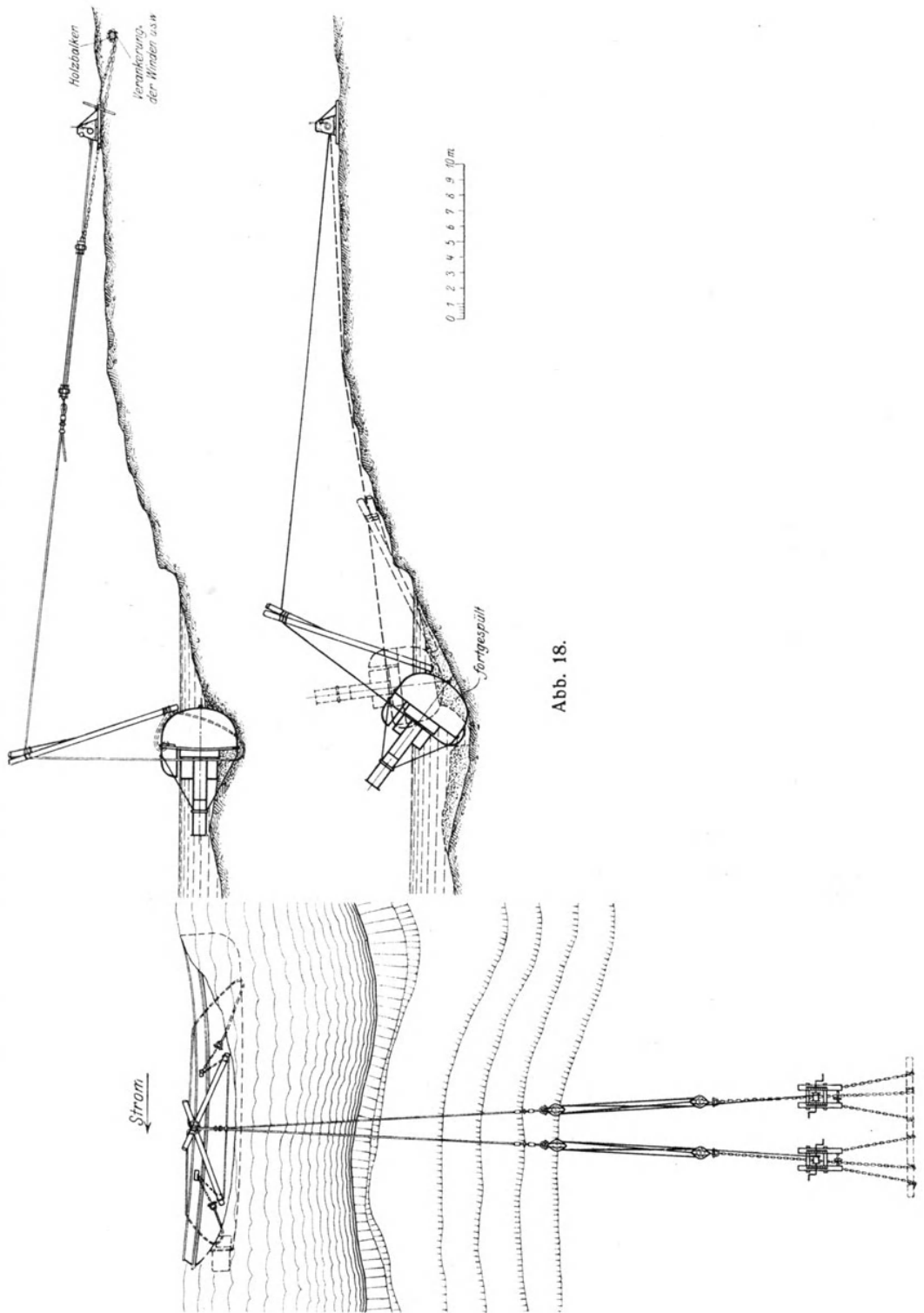


Abb. 18.

durch Greiferkran vorbereitet werden. Durchschnittlich wurden diese Griechenschlepps bei Wasserständen angefaßt, wenn ihre Oberdecks nicht mehr als 1—2 m unter Wasser waren, die Schiffe also in 5—6 m Wassertiefe lagen. Bei tieferer Lage war die Bearbeitung zwecklos, weil die Schotten den Wasserdruck nicht aushielten und das Lenzen der intakten Räume deshalb nicht gelang. Der Kampf mit den Schotten stand überhaupt bei jeder derartigen Bergung mit im Vordergrund der Arbeiten. Es ist meistens vom günstigeren Ende aus Raum für Raum vorgegangen worden, wobei die unver-

**Beginn der Hebungsarbeit beim Griechenschlepp „Georges“.**



Abb. 19.

meidlichen Verbiegungen der Schiffskörper unter genauer Kontrolle gehalten und durch die Art der Ableichterung bzw. des Pumpens möglichst eingeschränkt wurden. Die Abb. 19—21 geben kennzeichnende Stadien einer Griechenschleppbergung wieder, wobei das versunkene Schiff ein Sprengloch im Boden des hinteren Laderaumes hatte, so daß von vorne angefangen und Raum für Raum erkämpft wurde. Eine andere Bergung dieser Art, nämlich die des mit rund 2000 t Schlick und Mais gefüllten Griechenschlepps „Carlo“ (Abb. 22), wurde dadurch von besonderem Interesse, daß ein mehrere Quadratmeter großes Sprengloch im Boden, Außenhaut und Querschott zunächst durch



„Georges“ halb gehoben.



Abb. 20.

Griechenschlepp „Georges“ nach der Bergung  
(s. d. Wasser-Marken an der BB.-Seite.)

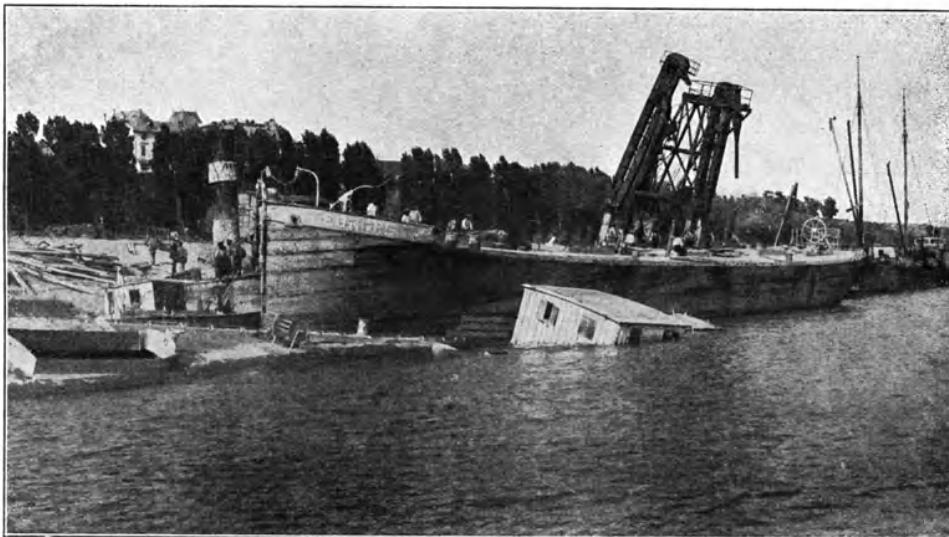


Abb. 21.

ein stahlarmiertes Lecksegel geschlossen werden mußte. Auch hier wurde dann vom unverletzten Schiffsende aus angefangen, nachdem das Nachströmen durch die Schotten vom vorderen Sprengloch aus mittels des Lecksegels eingegriechenschlepp „Carlo“: Absenken des Lecksegels.



Abb. 22.

Ankunft des Greiferkranschiffs im Schlepp des Bergungsdampfers „Bregé“ vor Calafat.

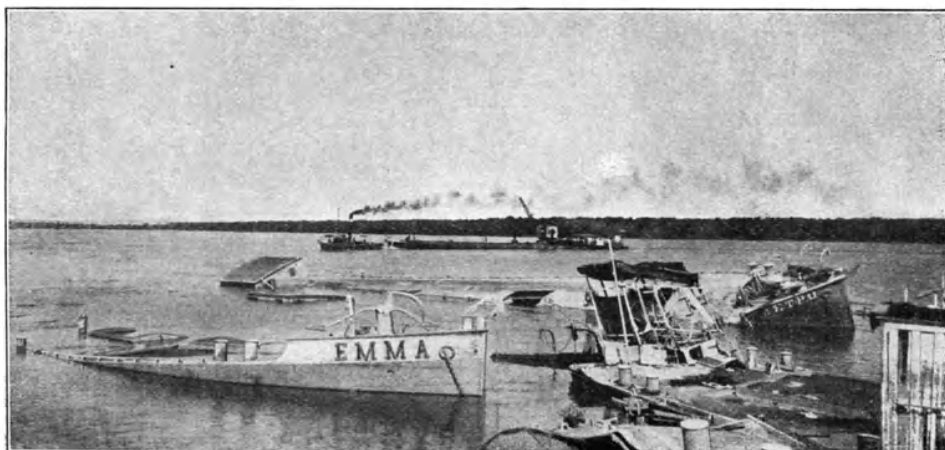


Abb. 23.

schränkt worden war. Abb. 22 zeigt das Ausbringen des Lecksegels nach der Seite des Sprengloches hin. Durch die Ladebäume des längsseits liegenden Hebeleichters wurde mittels Kübel zunächst die rund 2 m hohe Schlickschicht in allen Laderäumen beseitigt, unter welcher sich dann die goldig frische Maisladung von über 300 t präsentierte, die nach mehr als einjährigem Liegen unter Wasser noch 18—25prozentigen Spritgehalt aufwies, so daß im Interesse unserer Munitionsherstellung diese Ladungen, soweit sie nicht nach der

**Entlöschten brauchbarer Gerste aus gehobenem Schlepp in Calafat.**

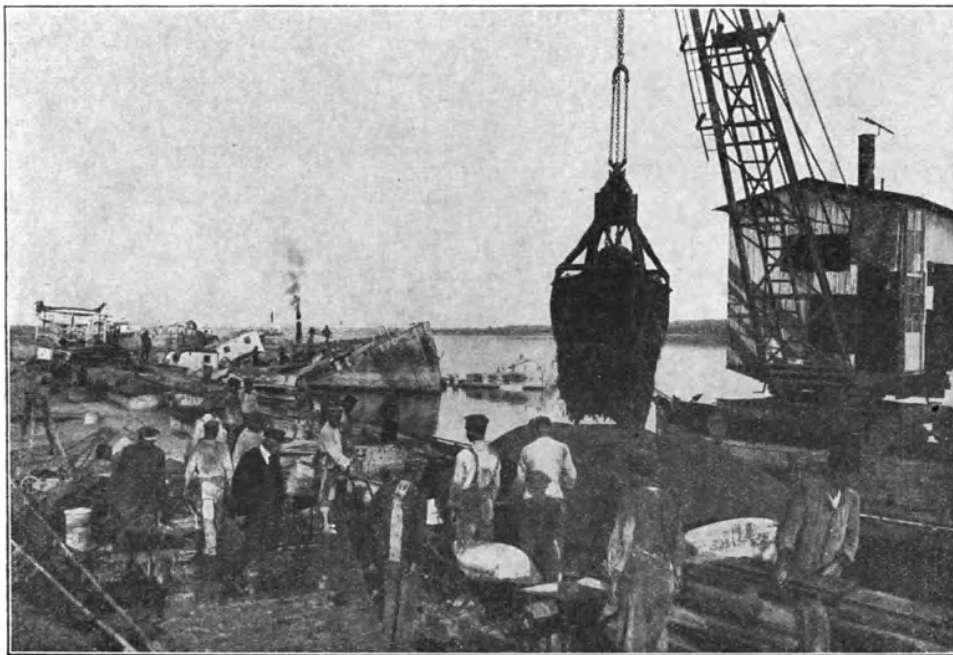


Abb. 24.

Trocknung noch zu Futterzwecken abtransportiert werden können, auf das sorgfältigste geborgen und den Spritfabriken zugeführt werden müssen.

Die Mitarbeit der Russen war bei all diesen Quantitätsarbeiten von größter Bedeutung für den Erfolg der Bergungen selbst und für die Behandlung des geborgenen Getreides nach der Entlöschung, wo es infolge des Zutritts der Luft einem schnellen Verderben ausgesetzt war. Dies wurde zum Abtransport nach der Spritfabrik durch stetes Umschufeln der auf dem Ufer ausgebreiteten Maismengen bestmöglich verhindert.

Eine Reihe von Griechenschlepps war beim niedrigsten Wasser mit den Oberdecks über Wasser und konnte nach Taucherabdichtung und Schottenbau sowie Herausschaffen der Schlickmassen hochgepumpt werden.

Die Abb. 23 kennzeichnet ein derartiges Trümmerfeld, wo eine Gruppe von neun Griechenschlepps, die alle im Laufe des August und September gehoben worden sind, unter- und übereinander zusammenlag und die Benutzung des Ladekais ausschloß. An diesem Platze wurde unser Greiferkran mit Erfolg angesetzt, um Mais und Gerste — im September über 2300 t — vor oder während des Hochpumpens herauszuschaffen. Erst durch die Greiferarbeit (Abb. 24), in Verbindung mit Spülpumpen, wurde den Tauchern die Möglichkeit, in den Räumen bis zur Außenhaut und den Schotten vorzudringen, Holzkästen um die Lecks zu bauen oder sonstige Abdichtungen zu erzielen, die ein Lenzpumpen des Raumes gestatteten.

Die letzte der 40 allein in Turn Severin ausgeführten Schiffsbergungen war gleichzeitig die erste und einzige Sprengung der Bergungsgruppe. Der Griechenschlepp Willy, Abb. 25—29, lag am Ostende des Turn Severiner Ladekais und mußte befehlsgemäß entfernt werden. Sein Hinterschiff war weitgehend zerstört und vom Vorschiff abgebrochen, jedoch waren Vor- und Hinterschiff noch durch ein Boden-Plattenband von 8 m Breite so stark miteinander verbunden geblieben, daß ein Abreißen des Vorschiffes selbst mit stärksten Dampfern nicht möglich war. Daher wurde das Vorschiff zunächst entschlickt, das hintere Schott, siehe Abb. 25, so gut wie möglich, abgedichtet und versteift und das Vorschiff leergepumpt, so daß es vorn hoch in die Luft stand (Abb. 27). Es wurde dann durch Taucher ein Gürtel von Sprengpatronen unter dem Boden durchgezogen und dieser elektrisch gezündet. Zum Schutz gegen die Fortpflanzung des Wasserstoßes war vor dem hinteren Schott des zu rettenden Vorschiffes das Schutzschott aus 7 cm starken Holzplanken gebaut worden, siehe Abb. 25, welches während der Sprengung (Abb. 28) zwar zerstört wurde, aber seinen Zweck erfüllte. Mit geringen Undichtigkeiten im Schott wurde das geborgene Vorschiff von zwei Bergungshilfsdampfern abgeschleppt (Abb. 29) und an geeigneter Stelle zur Fertigbearbeitung des Schotts bis auf weiteres an Land gesetzt.

Ähnlich wie bei Griechenschleppbergungen wurde auch bei den Torschlepps gearbeitet. Ein typisches Beispiel stellt der mit Gerste beladene Torschlepp 125 der Süddeutschen Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft dar, welcher vor dem deutschen Werftgelände in Turn Severin lag (Abb. 30) und

**Griechenschlepp „Willy“**  
**Bergung durch Absprengung des gesunden Vorderschiffs vom zerstörtem Hinterschiff.**

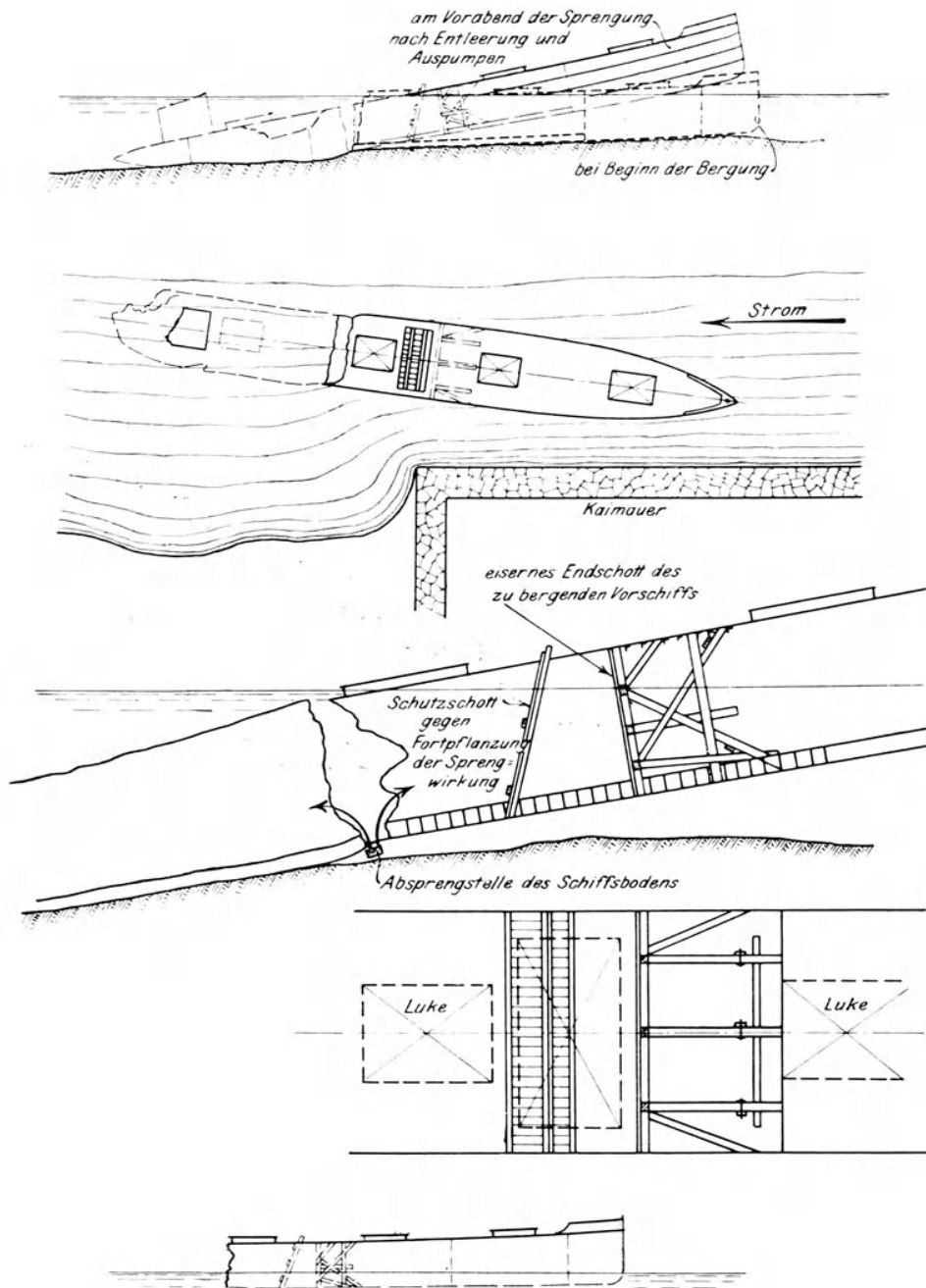


Abb. 25.

**„Willy“ beim Beginn der Arbeiten.**



Abb. 26.

**Derselbe mit hochgepumptem dichtem Vorschiff. Vor der Sprengung.**



Abb. 27.

**Sprengung des „Willy“. (Vorderschiff nimmt bereits neue Trimmlage ein.)**

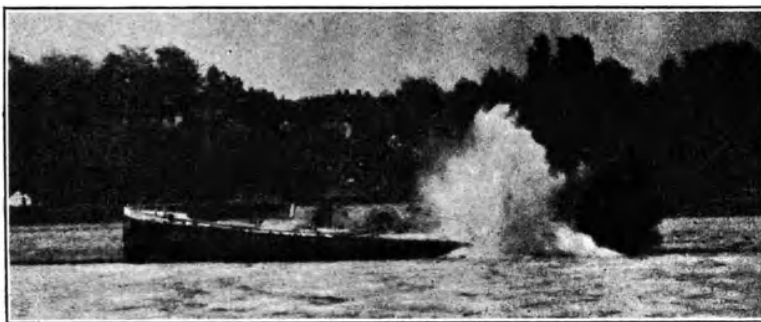


Abb. 28.

nach Aufbau von wasserdichten Holzkästen, Taucherabdichtung der Schußverletzungen unter Mithilfe der Hebeleichter durch Ableichtern unter Wasser hochgepumpt wurde (Abb. 31).

**Abschleppen des geborgenen Vorschiffs des „Willy“.**

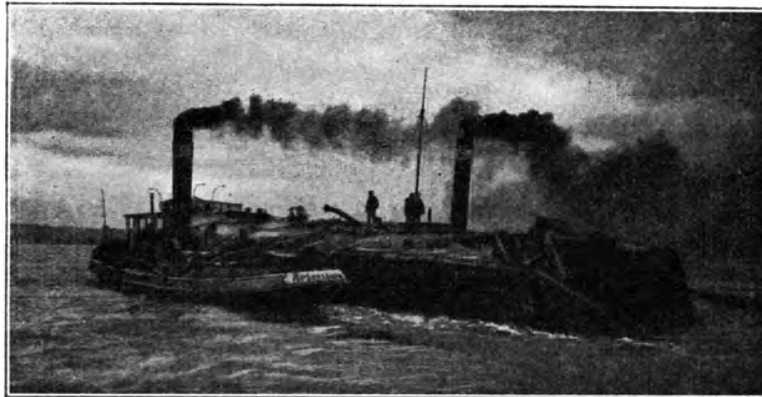


Abb. 29.

**Gerstenschlepp 125 der Süddeutschen Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft beim Beginn der Bergung.**

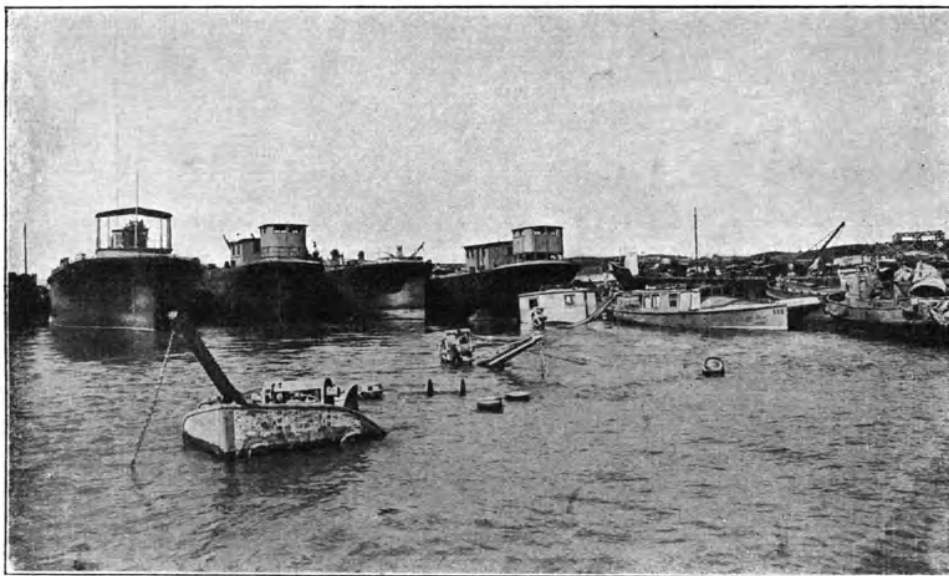


Abb. 30.

Eine Vereinigung zweier Bergungsmethoden machte der Doppelschrauben-Motortankschlepp „M. 2“ des Bayerischen Lloyd nötig, welcher im Winter

**Schlepp 125 halb gehoben. (Bearbeitung zwischen den Hebeleichtern.)**

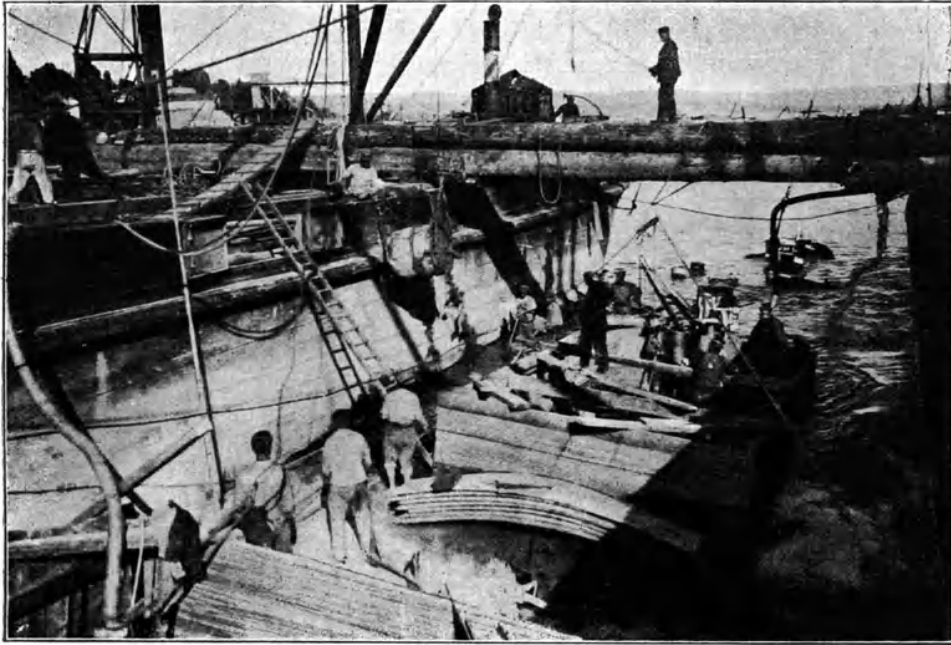


Abb. 31.

**Doppelschrauben-Motortankschlepp „M. 2“.**

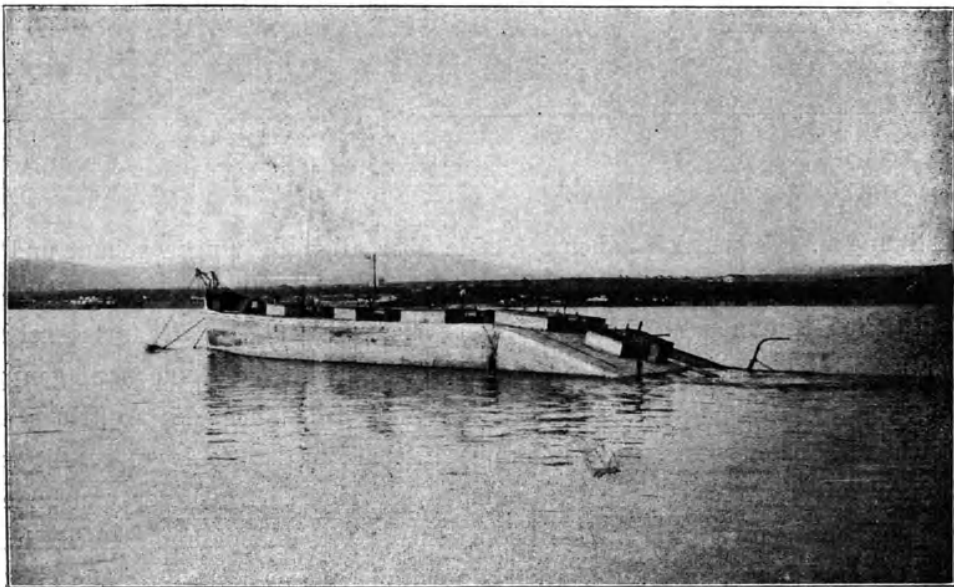


Abb. 32.



bei den ersten Bergungsversuchen, die im schweren Eisgang endeten, geknickt war (Abb. 32) und mit dem Vorschiff auf dem Wasser schwamm, während das ca. 30 m lange Hinterschiff, schräge nach abwärts zeigend, auf dem Grunde aufsaß. Das völlig zugeschlickte Hinterschiff enthielt bis zu 500 t fester Sandmasse, und die Anhebungsversuche mit den Hebeleichtern ergaben sogleich örtliche Deformationen und Havarien der schweren Trossen und Be-

**Tankschlepp „B. L. 4“: Durch Taucher abgedichtetes Boden-Sprengloch.**

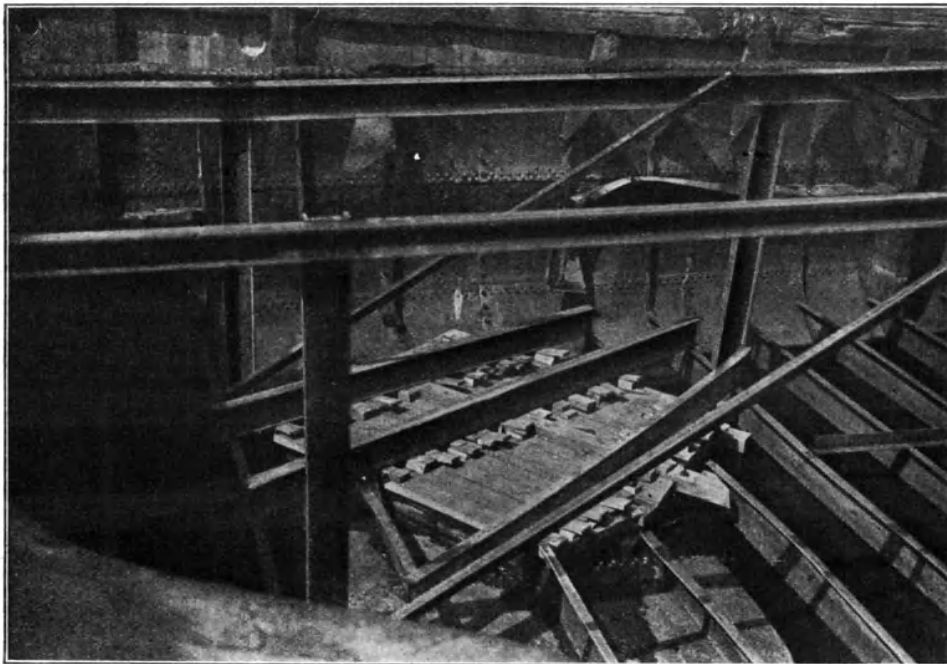


Abb. 33.

festigungen. Es wurden daher Schächte über allen Öffnungen gebaut und in starkem Strom in mühevoller, wochenlanger Taucharbeit alle übrigen Decks- und Seitenöffnungen, sowie die Schußlöcher verschlossen. Mit fortschreitender Entschlickung und Einsatz von fünf leistungsfähigen Pumpenanlagen gelang dann die allmähliche Anhebung unter Zuhilfenahme des Auftriebs der Leichter. Später wurden die intakten Mittelräume des Schlepps gefüllt und dadurch die Geraderichtung des Schlepps herbeigeführt. Dieser und andere Schlepps mit schweren Havarien bedurften zur torschleppfähigen Herstellung für die Torfahrt besonderer Verstärkungen, die in Form von Laschen an der Außenhaut und von inneren Versteifungen angebracht wurden.

Beispielsweise wurden auch dem Tankschlepp „B. L. 4“, der in Giurgiu mit einer Sprengung des Mittelschiffs geborgen wurde, nach Geraderichtung

Wareschlepp „B. L. 114“.



Abb. 34.

Wareschlepp „B. L. 114“ torschleppfähig.

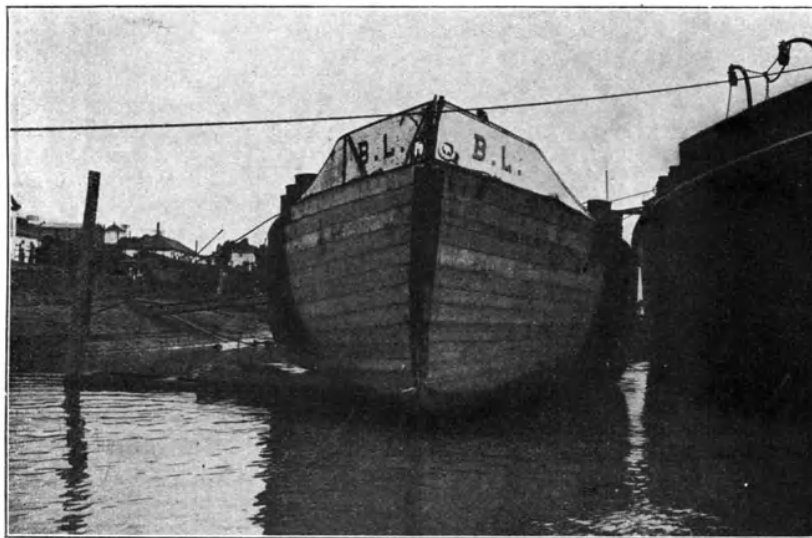


Abb. 35.

Gitterträger eingebaut, welche den Längsverband notdürftig und soweit wieder herstellen sollten, daß eine direkte Gefahr für das Schiff bei seinem

2000 km langen Bergwege nicht mehr bestand. Dieser Schlepp zeigt auch eine typische Bodenleckdichtung aus Holz (Abb. 33), welche durch U-Schienen eingespannt und durch Keile dicht gepreßt ist. Diese Leckdichtung ist unter Wasser durch Taucher fertiggestellt worden.

Andere Schlepps wurden ohne Vor- und Hinterschiff geborgen, wie z. B. der „B. L. 114“ (Abb. 34), welcher um schleppfähig zu werden, ein vollständig hölzernes Vorschiff mit Vorsteven aus Plattenstahl erhielt (Abb. 35).

Kennzeichnend für solche Arbeiten ist auch der Fall des Tankschlepps „B. L. 3“, welcher im Winter gebrochen, und mit gesprengtem Vorschiff abgeborgen, auf ebenen Grund an Ufer gesetzt wurde, dann bei Niederwasser trocken lief (Abb. 36) und nach torschleppfähiger Herstellung von Stapel

**Tankschlepp „B. L. 3“ beim Sommer-Niederwasser.**

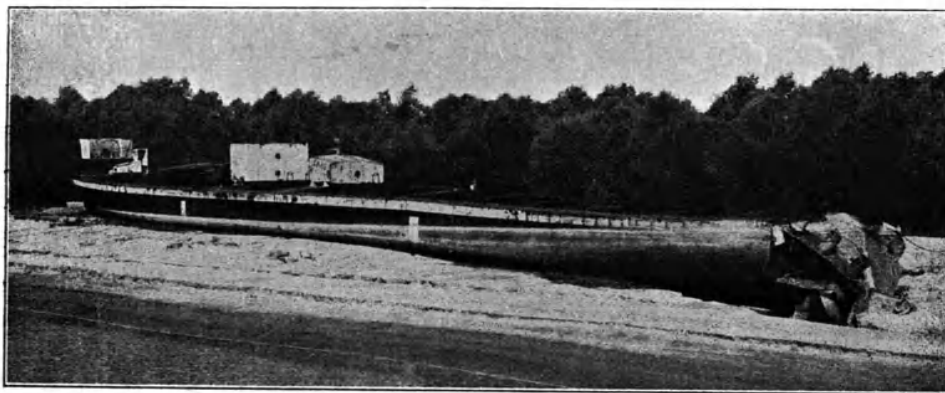


Abb. 36.

gelassen wurde. Das Vorschiff wurde vollständig weggemeißelt, Notschotten statt dessen eingebaut und der Tankschlepp mit dem Hinterende voran, 500 km weit zur Schiffswerft Turn Severin aufgeschleppt.

Derartige Arbeiten hatten der Bergungsgruppe u. a. vorgeschwebt, als im Beginn der Organisation bereits auf eine Notreparaturstätte hingearbeitet worden war.

Was sich dann an Werfteinrichtung unter dem Druck der täglich wachsenden Aufgaben entwickelt hat, macht nicht den Anspruch auf eine in sich geschlossene, in ihren einzelnen Teilen richtig gruppierte und ausgerüstete Werft, sondern ist unter dem Gesichtspunkte schnellster Bereitschaft und bestmöglicher Benutzung des Gegebenen entstanden und verdient weniger aus

technischen als aus organisatorischen und kriegsgeschichtlichen Gründen eine kurze Darlegung.

Zuvor eine Zusammenstellung der bis Ende Oktober wiedergewonnenen Objekte. (Siehe S 154.)

**Werte geborgener Objekte und fakturierte Reparaturwerte der Werft.**

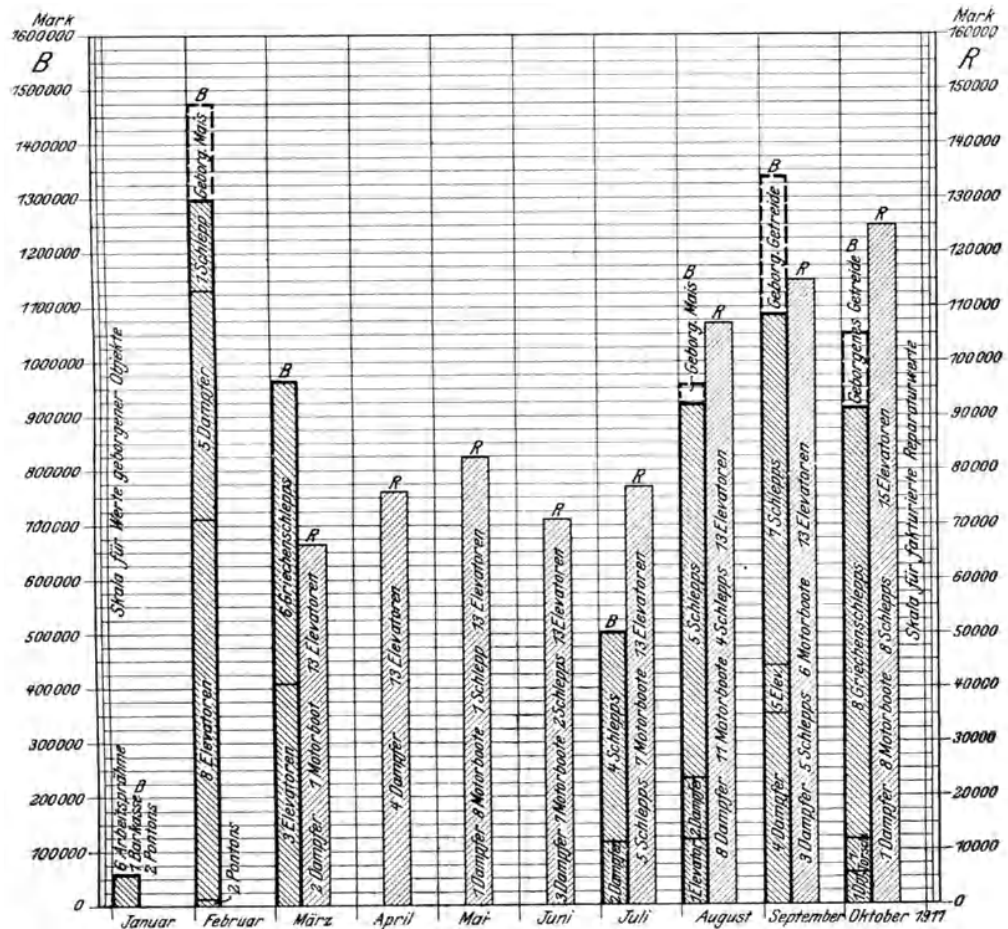


Abb. 37.

Vergleicht man Zahl und Art dieser Bergungen oder auch die in Abb. 37 zusammengestellten Objektwerte mit den Arbeiterzahlen der Abb. 38, so kann das wohl als ein Fingerzeig dafür gelten, solche Organisationen grundsätzlich mit wenigen, aber ausgesuchten Facharbeitern aufzubauen. Abb. 37 enthält auch die Werte der bisherigen Reparaturarbeiten zum Vergleich mit der Kurve der Werftarbeiter.

(Fortsetzung Seite 156.)

Name und Bergungsort	Ladefähigkeit oder Leistung	Zuständigkeit	Befund	Bergungsart
1. Gr. Schlepp „Nea Olympia“ Giurgiu	ca. 600 T	unbekannt	Versenkt durch Sprengung der Boden- und der Seitenwände	I. — Ohne Taucherarbeit abgedichtet, nach Leerpumpen und Entschlickern bzw. Entlöschern aufgeschwommen
2. Torschlepp „B. L. 4“ Giurgiu	ca. 600 T	Bayerisch. Lloyd	Versenkt durch Sprengung Deck ca. 20 qm, Boden ca. 2 qm großes Sprengloch	
3. Elevator „Uniunea 2“ T. Severin	75/100 T pro Std.	Z. E. G.	Versenkt durch Entfernen von Rohranschlüssen. Artillerietreffer im Aufbau	II. — Wie I. Nach Taucherabdichtung und Entschlickung bzw. Entlöschung ohne wasserdichte Schachtbauten hochgepumpt
4. Elevator „Uniunea 4“ T. Severin	60/80 T pro Std.	Z. E. G.	Versenkt durch Entfernen von Rohranschlüssen	
5. Elevator „Uniunea 5“ T. Severin	65/80 T pro Std.	Z. E. G.	„	
6. Elevator „Uniunea 6“ T. Severin	65/80 T pro Std.	Z. E. G.	„	
7. Elevator „Uniunea 7“ T. Severin	65/80 T pro Std.	Z. E. G.	„	
8. Elevator „Uniunea 8“ T. Severin	65/80 T pro Std.	Z. E. G.	„	
9. Elevator „Uniunea 9“ T. Severin	65/80 T pro Std.	Z. E. G.	„	
10. Elevator „Uniunea 10“ T. Severin	65/80 T pro Std.	Z. E. G.	„	
11. Elevator „S. R. D. I.“ T. Severin	90/120 T pro Std.	Z. E. G.	„	
12. Elevator „S. R. D. II“ T. Severin	90/120 T pro Std.	Z. E. G.	„	
13. Elevator „S. R. D. III“ T. Severin	40/60 T pro Std.	Z. E. G.	„	
14. Dampfer „Ahr“ T. Severin	150 PSi	Z. E. G.	„	

Nr. 3—16 Schiffskörper unbedeutend beschädigt

Name und Bergungsort	Lade- fähigkeit oder Leistung	Zuständigkeit	Befund	Bergungsart
15. Raddampfer „Luigi“. T. Severin	400 PSi	Vollzugs- ausschuß d. 3 Getreide- zentralen	Versenkt durch Entfernen von Rohranschlüssen. Ma- schinen demontiert und ver- schleppt	II. — Wie I. Nach Taucherabdich- tung und Ent- schlickung bzw. Entlöschung ohne wasserdichte Schachtbauten hochgepumpt
16. Gr. Schlepp „S. R. D. 62“ T. Severin	1750 T	Vollzugs- ausschuß	Versenkt durch Sprengung. Ca. 8 qm großes Spreng- loch im Boden an B. B.- Seite	
17. Gr. Schlepp „Rudolf“. T. Severin	1450 T	Vollzugs- ausschuß	Versenkt durch Entfernen von Nieten	
18. Gr. Schlepp „Lena“. T. Severin	1325 T	Vollzugs- ausschuß	Versenkt durch Schußver- letzungen	
19. Gr. Schlepp „Gregorius“. T. Severin	1150 T	Vollzugs- ausschuß	Versenkt durch Sprengung. Ca. 0,5 qm großes Spreng- loch im Boden	
20. Gr. Schlepp „Therese“. Gruia	900 T	Vollzugs- ausschuß	Versenkt durch Schußver- letzungen	
21. Gr. Schlepp „S. R. D. 21“. Gruia	1175 T	Vollzugs- ausschuß	„	
22. Gr. Schlepp „S. R. D. 25“. Gruia	1250 T	Vollzugs- ausschuß	„	
23. Gr. Schlepp „Emma“. Calafat	1400 T	Vollzugs- ausschuß	Versenkt durch Sprengung des Hinterschiffes	
24. Gr. Schlepp „Ellae“. Calafat	1500 T	Vollzugs- ausschuß	Versenkt durch Sprengung des Hinterschiffes u. Schuß- verletzungen	
25. Gr. Schlepp „Wladimir“. Oltenita	1400 T	Vollzugs- ausschuß	Versenkt durch Schußver- letzungen	
26. 2 Röhrenpon- tons. Giurgiu		Rumänisch. Staat	Versenkt durch Heraus- schlagen von Nieten	
27. Gr. Schlepp „S. R. D. 61“. Calafat	1750 T	Vollzugs- ausschuß	Versenkt durch Sprengung	
28. Gr. Schlepp „Castro“. Calafat	1175 T	Vollzugs- ausschuß	„	

Name und Bergungsort	Ladefähigkeit oder Leistung	Zuständigkeit	Befund	Bergungsart	
9.2 Gr. Schlepp „Emmerich“. Giurgiu	1100 T	Vollzugs- ausschuß	Versenkt durch Sprengung	II. — Wie I. Nach Taucherabdichtung und Entschlickung bzw. Entlöschung ohne wasserdichte Schachtbauten hochgepumpt	
30. Gr. Schlepp „Ainos“. Oltenita	1050 T	Vollzugs- ausschuß	„		
31. Gr. Schlepp „Rebecca“. Calafat	1400 T	Vollzugs- ausschuß	Versenkt durch Sprengung des Vor- und Hinterschiffes		
32. Gr. Schlepp „Augusto“. Calafat	750 T	Vollzugs- ausschuß	Versenkt durch Sprengung		
33. Elevator „Corabia“. T. Severin	100/115 T pro Std.	Z. E. G.	Versenkt durch Entfernen von Rohranschlüssen		
34. Gr. Schlepp „Georges“ (Löbl). T. Severin	1000 T	Vollzugs- ausschuß	Versenkt durch Sprengung des Bodens		
35. Gr. Schlepp „Nina Ventura“. Oltenita	1500 T	Vollzugs- ausschuß	Versenkt durch Sprengung des Hinterschiffes		
36. Gr. Schlepp „Nora“. Calafat	1450 T	Vollzugs- ausschuß	Versenkt durch Schußverletzung		
37. Gr. Schlepp „Antiope“. Oltenita	1300 T	Vollzugs- ausschuß	Versenkt durch Sprengung		III. — Wie II, jedoch wasserdichte Pumpenschächte oder Verschlüsse auf den Decksöffnungen aufgebaut, da Deck unter Wasser.
38. Gr. Schlepp „Ludias“. Calafat	650 T	Vollzugs- ausschuß	Versenkt durch Sprengung des Vor- und Hinterschiffes		
39. Gr. Schlepp „Achill“. Calafat	925 T	Vollzugs- ausschuß	Versenkt durch Schußverletzungen		
40. Gr. Schlepp „Carlo“. T. Severin	1300 T	Vollzugs- ausschuß	Versenkt durch Sprengung im Vorschiff. Ca. 5 qm großes Loch an B. B.-Seite		
41. Gr. Schlepp „Eugenius“. Oltenita	1200 T	Vollzugs- ausschuß	Versenkt durch Sprengung im Vorschiff		
42. Gr. Schlepp „Nina Mendel“. Oltenita	1800 T	Vollzugs- ausschuß	Versenkt durch Sprengung. Bug und Heck schwer beschädigt		

Name und Bergungsort	Ladefähigkeit oder Leistung	Zuständigkeit	Befund	Bergungsart
43. Torschlepp „S. D. 125“. T. Severin	700 T	Süddeutsche Donau- Dampfschiff- fahrts-Ges. (oesterr.)	Versenkt durch Schußver- letzungen	III. — Wie II, je- doch wasserdichte Pumpenschächte oder Verschlüsse auf den Decksöff- nungen aufgebaut, da Deck unter Wasser
44. Elevator Uni- unea II. T. Severin	65/80 kg pro Std.	Z. E. G.	Versenkt durch Entfernen von Rohranschlüssen	
45. Dampfer „Neckar“. T. Severin	450 PSi	Z. E. G.	„	IV. — Wie III, je- doch hilfsweise durch Kranponton oder Bug-Hebe- geschirr ange- hoben.
46. Dampfer „Altmühl“. T. Severin	150 PSi	Z. E. G.	„	
47. Dampfer „Salzach“. T. Severin	150 PSi	Z. E. G.	„	
48. Dampfer „Brege“. T. Severin	150 PSi	Z. E. G.	„	
49. Dampfer „Memel“. T. Severin	150 PSi	Z. E. G.	Versenkt durch Entfernen der Rohranschlüsse und, Öffnen der Ventile	
50. Dampfer „Ruhr“. T. Severin	150 PSi	Z. E. G.	„	V. — Aus tiefem Wasser durch Hebeschiffe ge- hoben und Schluß- behandlung wie II.
51. Motortank- Schiff „M 2“. T. Severin	600 T	Bayerisch. Lloyd	Versenkt durch Schußver- letzungen. Einrichtung aus- gebrannt	
52. Dampfer „Lech“. T. Severin	150 PSi	Z. E. G.	Versenkt durch Schußver- letzungen	
53. Dampfer „Brigach“. T. Severin	150 PSi	Z. E. G.	„	
54. Dampfer „Warnow“. T. Severin	150 PSi	Z. E. G.	„	



Name und Bergungsart	Ladefähigkeit oder Leistung	Zuständigkeit	Befund	Bergungsart
55. 3 eiserne Laufstege. Oltenita		Rum. Staat	Durch Versenken d. Stegschiffe vom Kai in tiefes Wasser abgerutscht	Va. — Mittels Landwinden und Kranschiff nach Taucherbefestigung der Hebestropfen herausgezogen
56. 3 eiserne Laufstege. Giurgiu		Rum. Staat	„	
57. Dampfer „Eider“. T. Severin	150 PSi	Z. E. G.	Versenkt durch Entfernen von Rohranschlüssen und Öffnen von Ventilen	VI. — Mittels Rammgerüst und Schraubenspindeln gehoben. Schlußbehandlung wie II.
58. Dampfer „Naab“. T. Severin	150 PSi	Z. E. G.	„	VII. — Mittels Bock und Landwinden aufgerichtet. Schlußbehandlung wie II bzw. III
59. Dampfer „Natzolpopof“. T. Severin	250 PSi	Bulg. Reederei Altimirsky	„	
60. Motorboot „T. S. II“. T. Severin	25 PS	Z. E. G.	Versenkt durch Schußverletzung	VIII. — Bei Hochwasser nach II geborgen, nicht sicher schwimmend auf ebenen Grund gesetzt, bei Niederwasser trocken auf Land fertig bearbeitet und von Stapel gelassen
61. Torschlepp „B. L. 3“. Giurgiu	600 T	Bayerisch. Lloyd	Versenkt durch Sprengung des Vorschiffes. Mehrfach geknickt	IX. — Vorschiff für sich nach II behandelt; Notschott gebaut. Zerstörtes Hinterschiff durch Sprengung abgetrennt und beseitigt.
62. Gr. Schlepp „Willy“. T. Severin	925 T	Vollzugsausschuß	Versenkt durch Sprengverletzungen. Während des Winters mittschiffs abgebrochen	
63. Gr. Schlepp „Mary“. T. Severin	1800 T	Vollzugsausschuß	Versenkt durch Sprengverletzungen	Nachträglich zugefügt. — Gehört zu III.

Gesamtwert rd. Sechs Millionen Mark (Buch- und Abfindungswerte).

Die Generalunkosten sind vorerst nicht höher berechnet als die Sätze, welche das Reichsmarineamt den deutschen Werften zurzeit bewilligt.

Das im März für Reparaturzwecke der Bergungsgruppe zunächst abgeteilte Ufergelände von etwa 6000 qm im westlichen Teile der Schiffswerft

Turn Severin war damals nur als Abstellplatz für Material der Bergungsgruppe, ferner zur Instandhaltung und Reparatur der eigenen Bergungsmittel und schließlich als Notreparaturstätte für torschleppfähige Herstellung geborgener Objekte gedacht. Auch sollten die etwa zu hebenden Elevatoren und Schraubendampfer Gelegenheit zum Aufschleppen finden.

Maschinenwerkstätte und Tischlerei wurden in der westlichen Hälfte des Schnürbodens der Werft eingerichtet, und zwar mit den Maschinen der

Verteilung des Arbeitspersonals und Wasserstände.

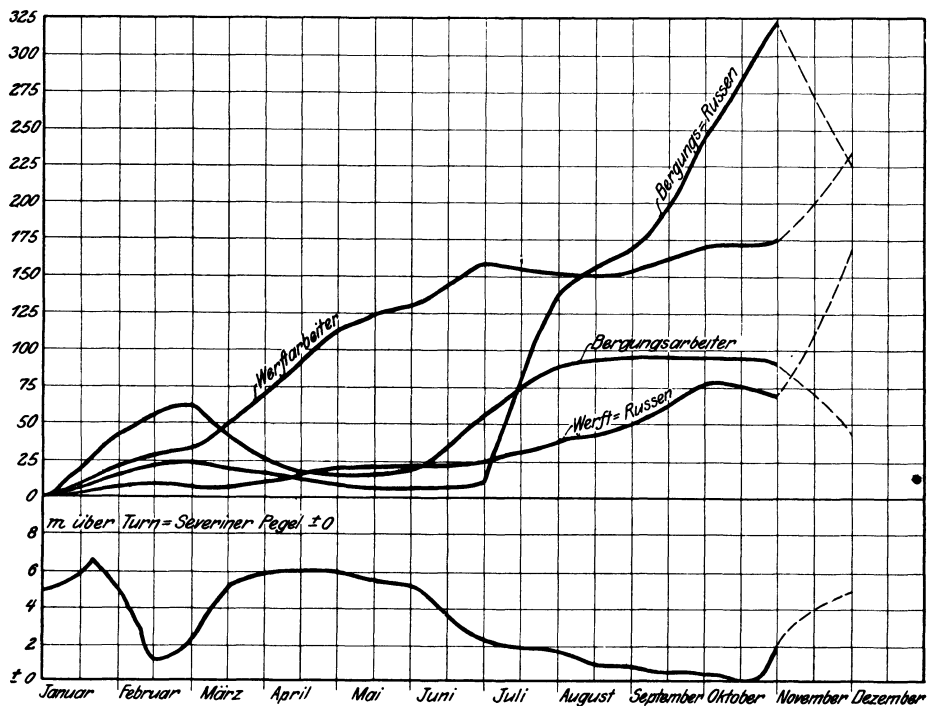


Abb. 38.

eingangs erwähnten Hamburger Reparaturwerften. Eine Queraufschleppe mit vier Wagenbahnen wurde alsbald begonnen, wozu die Slipwagen von der Schiffswerft Hitzler in Lauenburg ausgeborgt und mitsamt ihren Aufpackungen und Slipwinden nach Turn Severin transportiert wurden.

Mit den steigenden Bergungsergebnissen und der Erkenntnis der großen Reparaturaufgaben der nahen Zukunft, welche die zahlreichen schwer gesprengten Griechenschlepps darboten, wurde eine Erweiterung der Wagenaufschleppe unerlässlich, um die zur Reparatur der bodenverletzten Griechenschlepps nötige Auflandnahme auch dieser längsten Donaufahrzeuge zu ermöglichen. Gegenwärtig ist der Bau dieser modernen Wagenaufschleppe

(Abb 39), der größten an der Donau, beendet. Die Abb. 40 gibt das Bau-  
stadium Ende Oktober.

Zur Herstellung der Slipanlage waren umfangreiche Erdarbeiten auf  
dem Gelände und Rammungen im Strom notwendig (Abb. 41). Bei niedersten  
Wasserständen mußte noch die Auflandnahme wenigstens unbeladener Fahr-  
zeuge möglich sein, während bei höchsten Wasserständen die Überwasser-

**Wagenaufschleppe der Schiffswerft Turn Severin, Einzelheiten.**

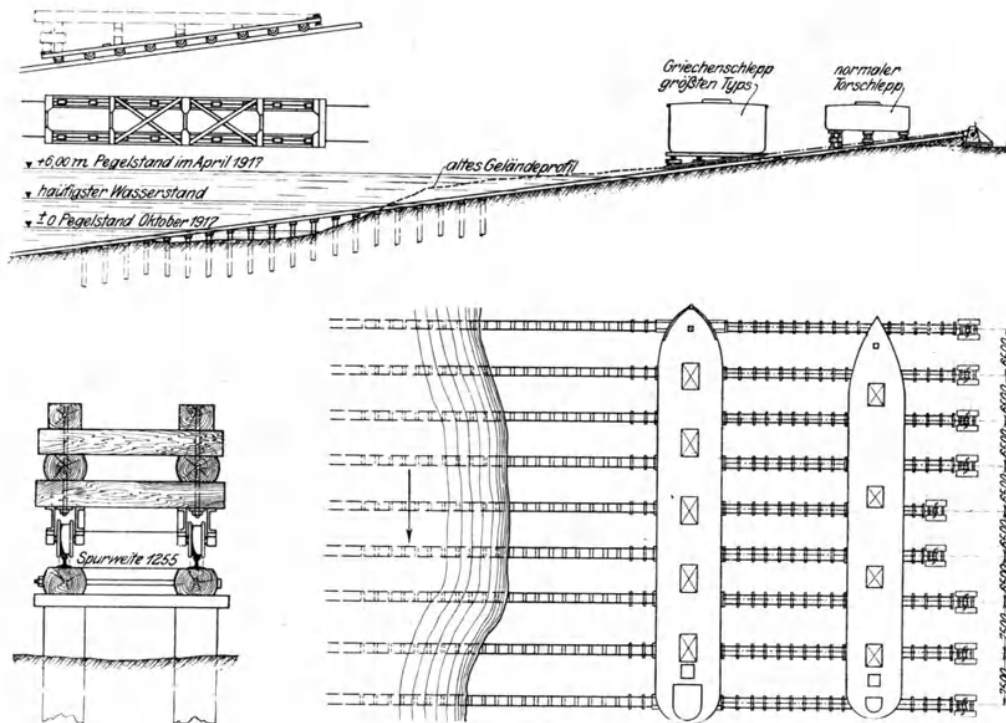


Abb. 39.

länge der Anlage noch für mehrere Objekte nebeneinander zureichen muß.  
Daraus ergab sich eine Bahnlänge von 100 m.

Die Entscheidung zugunsten einer Wagenaufschleppe statt der an der  
Donau üblichen Gleitbalkenaufschleppen empfahl sich auch aus der Erfah-  
rung, daß der Personalbedarf zum Aufwinden auf Gleitbalken mehreremals  
so groß ist, wie bei Wagenaufschleppen. Die maschinelle Einrichtung des  
Slipbetriebes wurde aus Materialgründen aufgeschoben, zumal für die Kriegs-  
dauer hinreichende und billige Kräfte in Gestalt von Russengefangenen ver-  
fügbar sind.

Diese Anlage bedingte notwendig eine Erweiterung der Werkstätten, Lagerplätze, Magazine usw., um den durch den Slip ermöglichten Arbeitsumfang auch zur Auswirkung bringen zu können. Dementsprechend wurde der deutsche Betrieb auf ca. 16 000 qm Gelände erweitert und einige weitere Werkstätten und gedeckte Lager dank freundschaftlichem Entgegenkommen vom k. und k. Werftbetriebe zur Verfügung gestellt. Die in der Zeichnung

**Neu erbaute Wagenaufschleppe der Schiffswerft Turn Severin,  
Baustadium Ende Oktober.**



Abb. 40.

gestrichelten Baulichkeiten gehen zurzeit der Verwirklichung entgegen und werden der Sache einen gewissen Abschluß geben. (Abb. 42).

Mit dem Bau der projektierten Ausrüstungsbrücke nebst Fahrdrehkran und den Schmalspurbahnen in Verbindung mit der Vollbahn erhält der Betrieb die erwünschte Verbindung zwischen Bahn und Wasser bis zu Einzelgewichten von 3 t.

Kraft und Licht werden dem deutschen Betriebe durch die Diesel-Zentrale des österreichisch-ungarischen Werftteiles geliefert.

Die ausgezeichnete Betriebsleitung des österr.-ung. Werftteils hat in bezug auf die Wiederherstellung der Werkstätten und Maschinen erhebliche Aufgaben bewältigt, an welche bereits im Dezember 1916 mit Energie und Umsicht gegangen worden war. Unter planmäßiger Ausnutzung von Gefangenen dreier Nationen und einem Teil des eingesessenen rumänischen

**Schwimm- und Landdramme bei Herstellung der Bahnfundamente.**

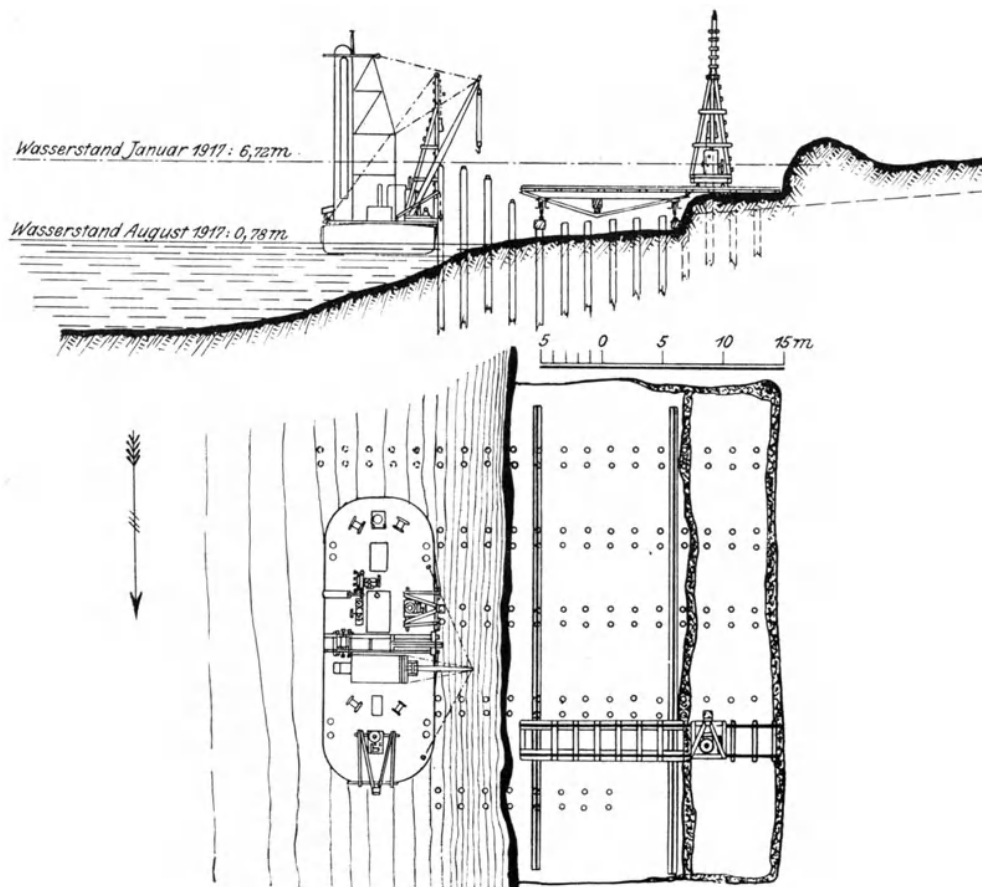


Abb. 41.

Werftpersonals, das in Turn Severin zurückgeblieben war, wurde die Werft in wenigen Monaten nicht nur in vollen Betrieb gebracht, sondern auch zwei Gleitbalken-Aufschleppen neu hergerichtet, auf denen heute bereits eine stattliche Reihe geborgener, vielfach schwerhavariierter Torschlepps dem Betriebe wiedergewonnen worden sind.

Beide Werftteile unterstehen als Ganzes der Militärverwaltung Rumänien, während jeder für sich in militärischer, technischer und

wirtschaftlicher Beziehung einer anderen Dienststelle verantwortlich ist, nämlich der österreichische Teil der k. und k. Marinesektion, der deutsche Teil der Schiffsabteilung des deutschen Feldeisenbahnchefs.

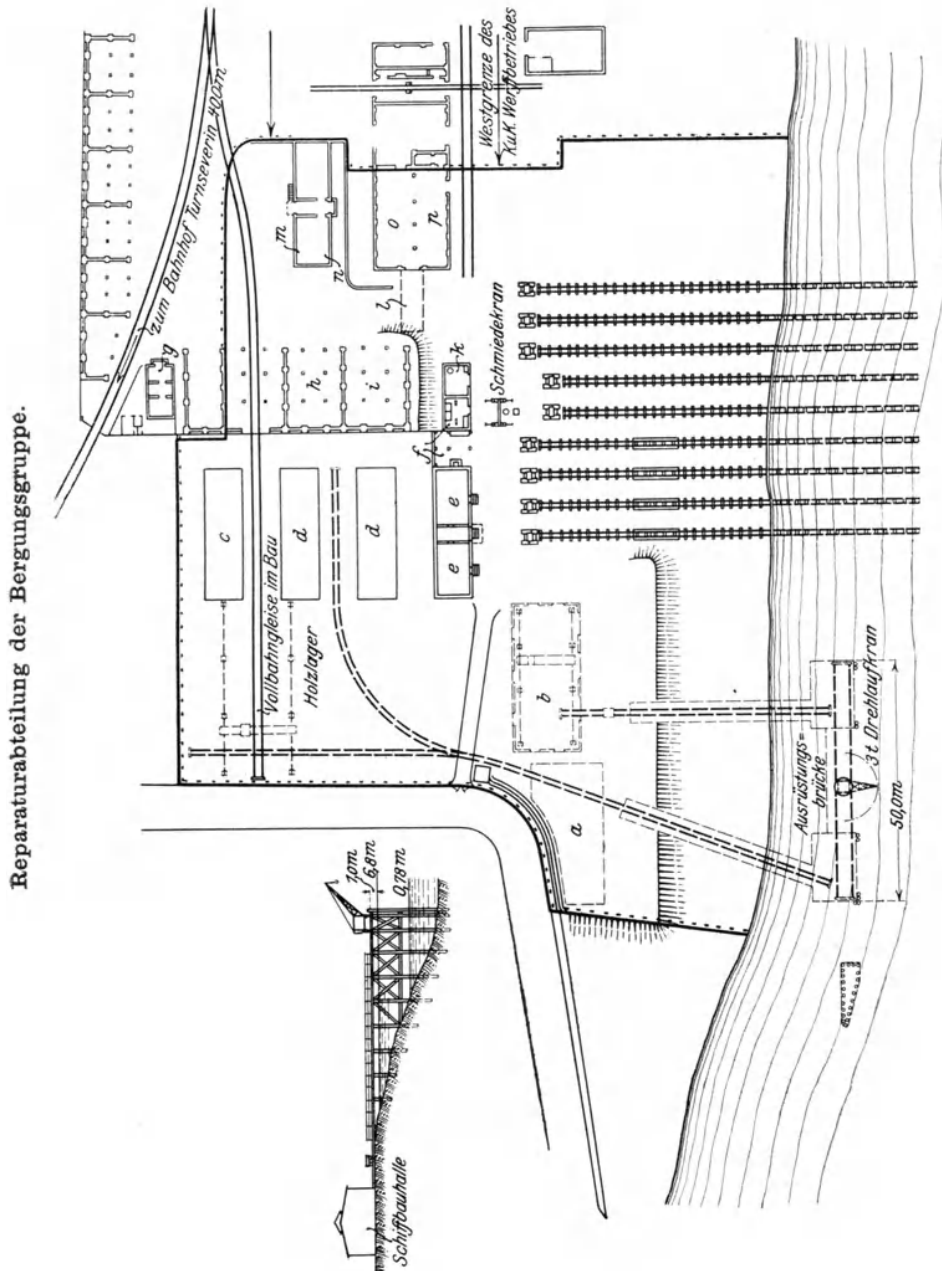


Abb. 42.

Der deutsche Werftbetrieb hat während der ersten sieben Monate seines Bestehens, von der Ankunft der ersten Werkzeuge und Maschinen ab gerech-

Griechenschlepp „Lena“ provisorisch als Tankschlepp hergerichtet  
 (Inhalt für nur 1,80 m Maximal-Tauchung).

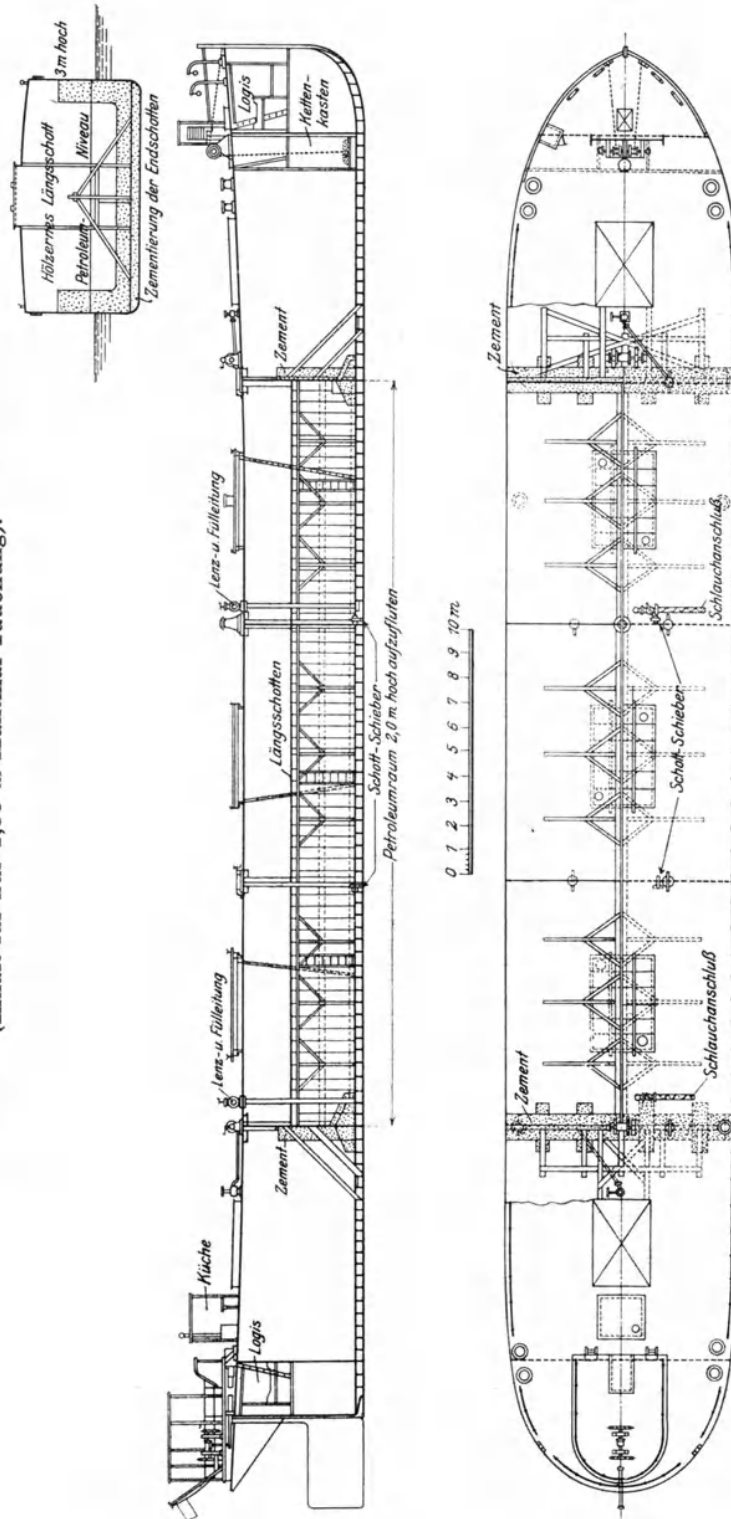


Abb. 43.

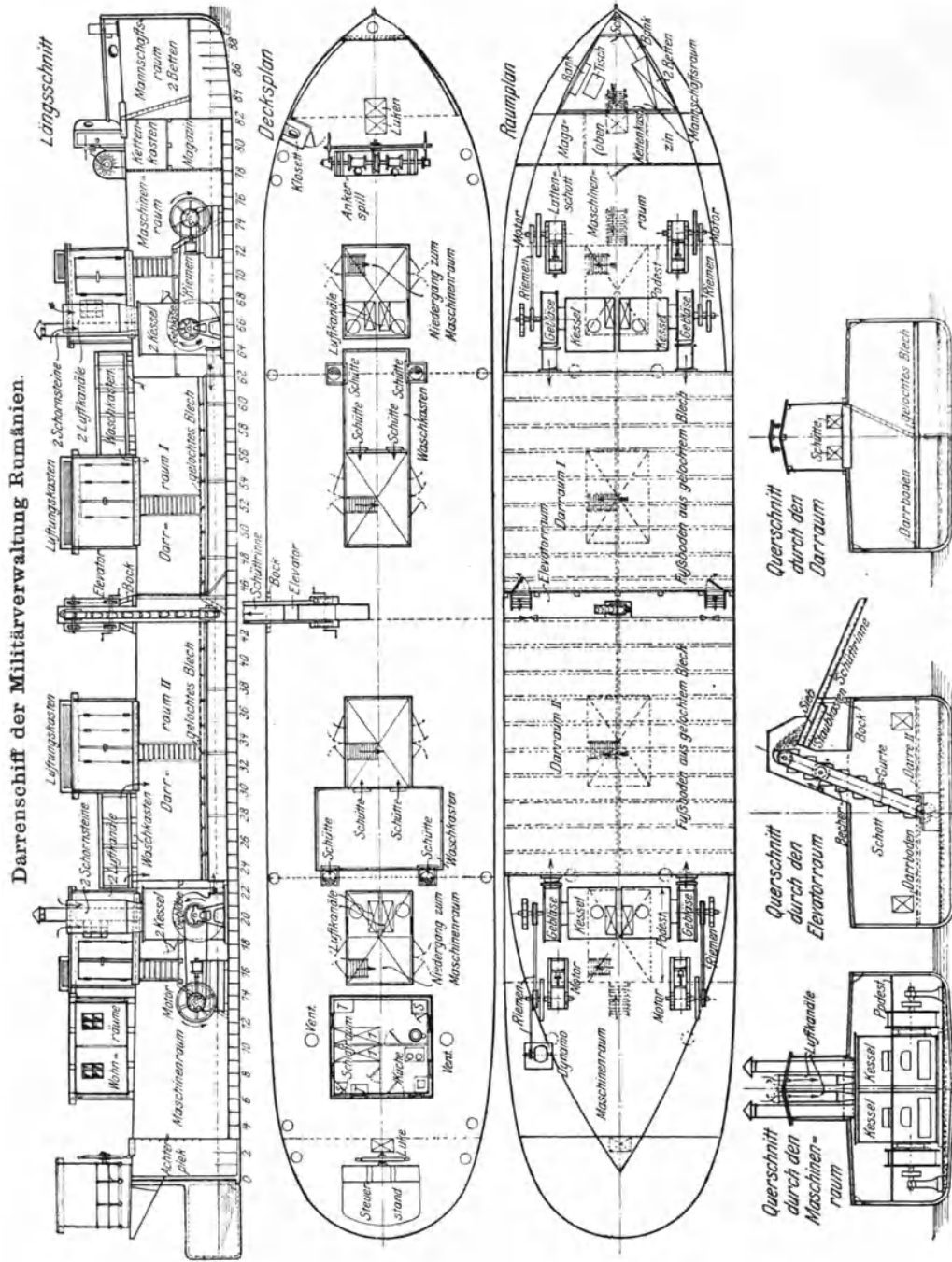


Abb. 44.



net, neben der Wiederherstellung geborgener Objekte die Schifffahrt in vielfältiger Hinsicht unterstützen können. Es wurden bisher rund 150 Arbeitsaufträge im Fakturenwerte von über 800 000 Mark erledigt. Die einzelnen Monatsleistung sind aus der Abb. 37 ersichtlich. — Die starke Inanspruchnahme der Reparaturabteilung kam auch mit daher, daß der niedere Wasserstand des Sommers 1917 zahlreiche Ruder- und Radschaufelhavarien herbeigeführt hat. An größeren Arbeiten hat die Reparaturabteilung neben der Wiederherstellung der geborgenen Dampfer an den Maßnahmen zur Vermehrung der Tankräume mitgearbeitet und einige Griechenschlepps provisorisch als Tankschlepps hergerichtet (Abb. 36). Bedingung war dabei, daß ein Tiefgang von 1,80 m nicht überschritten werden sollte. Die Schiffe erhielten hölzerne Mittellängsschotten als Schlagwasserplatten und kräftige Absteifungen der Endschotten aus Holz, während die Schottendichtung gegen Boden und Außenhaut durch dicke Betongürtel erreicht wurde. Als erstes dieser so umgebauten Schiffe, die nicht mehr Öl tragen als ein normaler Torschlepp, aber dafür in wenigen Wochen für rund 22 000 Mark pro Stück hergestellt wurden, ist der gehobene Griechenschlepp „Lena“ abgeliefert worden (Abb. 43).

Zum Darren des geborgenen Getreides ließ die Militärverwaltung nach ihren eigenen Plänen und unter Aufsicht eines Spezialisten die beiden von uns gehobenen Griechenschlepps „Grigorios“ und „Rudolf“ mit entsprechenden Einrichtungen versehen, welche als erste Ausführungen von Interesse sind und die als transportable Einrichtungen dieser Art berufen sind, auch später für normalen Darrbetrieb von Bedeutung zu werden (Abb. 44).

Infolge der Verwendung einer vergleichsweise kleinen Zahl erstklassiger Facharbeiter und weitgehender Heranziehung billiger rumänischer Facharbeiter sowie russischer Gefangener konnte dem angestrebten wirtschaftlichen Ziel sowohl der Bergungs- wie der Werftabteilung, nämlich Kostendeckung der dem Militärfiskus entstandenen Ausgaben, nahe geblieben werden. Die den Interessenten angelasteten Bergungsentschädigungen bleiben dabei durchweg unterhalb der in Schifffahrtsbetrieben üblichen, von den Versicherungen anerkannten Wertbruchteile der versenkten Objekte.

Die Reparaturkosten entsprechen denen gleichwertiger Werften. Hier ist zu berücksichtigen, daß die meisten Maschinen ermietet sind und die Nachschubbasis für Material und Personal über 2000 km entfernt ist. Dennoch werden nur die Generalunkostenzuschläge auf die Löhne angewendet, die

z. B. das deutsche Reichsmarineamt den heimischen Werften bewilligt. Einen Gewinn soll der Betrieb nicht anstreben.

Vermieter des im Bergungs- und Werftbetriebe verwendeten Dampfer- und Barkassenmaterials ist die Zentral-Einkaufsgesellschaft als Besitzerin dieser Fahrzeuge. Diese besorgt gleichzeitig den Geldbedarf der Bergungsgruppe, erledigt die Banküberweisungen an die Lieferfirmen und dient als Verrechnungsstelle der Ausgaben gegenüber der Schifffahrtsabteilung, hat im übrigen als Geschäftsbeziehung zu dieser Organisation lediglich die der Fahrzeugvermietung.

Bei den Z. E. G.-seitig vermieteten Schiffen handelt es sich um die im Jahre 1916 für Verstell- und Bugsierzwecke auf dem Wasserwege von Berlin nach Turn Severin überführten 150-PS-Schraubendampfer, welche bis zum rumänischen Kriegsbeginn dort ausgezeichnete Dienste geleistet haben, da sie die Wucherlöhne der rumänischen Hafenschlepper an den Umschlagsplätzen mit einem Schlage erledigten.

Zwölf dieser Dampfer waren von den Rumänen zunächst mit eisernen Lukendeckeln gepanzert, später aber versenkt worden. Zehn davon sind durch die Bergungsgruppe gehoben, und von diesen sind vier seit schneller Wiederherstellung in ihrer alten Eigenschaft als Hafenbugsierer mit bestem Erfolge in Turnu Magurele, Rutschuk, Sistow und Oltenitza tätig; zwei sind während ihrer Wiederherstellung mit kräftigen Pumpenanlagen versehen worden, in den Dienst der Bergungsgruppe getreten und haben bereits manche entscheidende Hilfe geleistet. Zwei schwimmend zurückgewonnene wurden ebenfalls mit kräftigen Pumpenanlagen versehen und arbeiten auf den östlichen Stationen der Bergungsgruppe. Einer davon hat in diesem Betriebe kürzlich als Strecken-Schleppdampfer einen im Vorschiff abgesprengten, gehobenen Tankschlepp des Bayerischen Lloyd, mit dem Hinterschiff voran, 500 km weit stromauf nach Turn Severin geschleppt, und hierbei nur einmal Kohlen ergänzt.

Die Schifffahrtsabteilung tritt nun nicht allein gegenüber diesen Fahrzeugen als Vermieterin auf; der deutsche Feldeisenbahnchef hat seinen Arbeitsbereich in diesem Jahre weiter in die Organisation der Schifffahrt hinein erstreckt als 1916. Diese Beziehungen sind von kriegsgeschichtlichem Interesse und gehören in diesen Rahmen.

1916 hat die Zentral-Einkaufsgesellschaft, als Beauftragte des Feldeisenbahnchefs, die Getreideanfuhr innerhalb Rumäniens zu den rumänischen

Häfen, sowie den Hauptumschlagsbetrieb in Turn Severin geleitet. An fünf ungarischen Umschlagplätzen hat die Gesellschaft dann im Auftrage des Feldeisenbahnchefs landfeste Saagelevatorstationen eingerichtet, welche von dem technischen und kaufmännischen Personal der Z. E. G. gemeinsam mit den vom Feldeisenbahnchef eingesetzten Hafenkommendanten geleitet wurden und den Umschlag aus den Torschlepps in die Bahnwaggons für die verschiedenen Ceresbahnwege durchgeführt hat.

Das Fahrzeugmaterial, welches die Z. E. G. damals den Donautransporten beistellte, arbeitete unter nautischer Regie der k. und k. Zentral-Transport-Leitung, gerade wie die Schiffe des Bayerischen Lloyd.

Im Jahre 1917 faßte die Schifffahrtsabteilung durch Ermietung sämtlichen deutschen Donaumaterials beide Gesellschaften gleichsam zu einer Gruppe zusammen, wobei noch mit dem 1. April die Vereinfachung eintrat, daß der Bayerische Lloyd die Flotte der Z. E. G. vom Reiche käuflich erwarb.

Die Überwachung der in nautischer Regie der k. und k. Zentral-Transport-Leitung betriebenen deutschen Schifffahrt wird durch die Schifffahrtsgruppe Donau der Schifffahrtsabteilung besorgt. Diese Gruppe mit dem Sitz in Wien hat die Aufgabe ununterbrochener Fühlungnahme mit der Z. T. L. zum Zwecke bester Ausnutzung des deutschen Materials und im weiteren Sinne Überwachung der gesamten, im deutschen Interesse berg- und talwärts gehenden Getreide-, Material- und Kohlentransporte.

Bezüglich dieses Schiffsmaterials, welches neben den bewährten Dampfern und Schlepps des Bayerischen Lloyd auch die in meinem vorjährigen Vortrage beschriebenen 600 PS-Raddampfer-Neubauten und die zerlegten, wieder zusammengebauten 350 PS-Schraubendampfer, sowie die damals von der Z. E. G. neu erbauten 1000-t- und 720-t-Warenschlepps enthält, ist in Bestätigung der vorjährigen Angaben zu bemerken, daß alle diese Fahrzeuge ihren Zweck voll und ganz erfüllen. Wenn auch in der Erörterung jenes Vortrages hieran kein Zweifel geäußert wurde, so war doch nachher im Berichte einer Fachzeitschrift jeder dieser Typen mit einem Urteil bedacht worden, auf Grund dessen der Eindruck von Fehlmaßnahmen von jenen Schiffen gewonnen werden konnte. Daher sind deren Leistungsziffern von sachlichem Interesse:

Die sechs PS.-Raddampfer haben zwischen Gönyö und Regensburg auf einer Strecke von 600 km Länge Verwendung gefunden und nach Ausweis der k. u. k. Transportleitung während der letzten 11 Monate 52 Millionen Tonnenkilometer geleistet.

Die acht zerlegten und wieder zusammengesetzten 350 PS.-Schraubendampfer haben zwischen Gönyö und Semendria auf einer Strecke von 700 km Länge Verwendung gefunden und im gleichen Zeitraum 34,6 Millionen Tonnenkilometer geleistet. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß von diesen acht Schraubendampfern fünf während des größten Teils des Jahres 1917 in rumänischen und ungarischen Hauptladehäfen als Lokaldampfer und zum Ziehen von Eisenbahntrajektfähren benutzt wurden, wobei ihnen keine Tonnenkilometer angerechnet wurden.

Die Dampfer erzielen für ihre Eigner zusammen eine Bruttojahresmiete von rund  $2\frac{1}{4}$  Millionen Mark.

Die kleinen Haveldampfer (7) leisteten wie im Vorjahre als Hafengebühlsierer in ungarischen und rumänischen Ladehäfen, sowie als Bergungshilfs- und Pumpendampfer (3) unschätzbare Dienste; jedes gehobene und wiederhergestellte Exemplar dieses handigen Typs wird stets zugleich von mehreren Stellen angefordert.

Das ganze im Vorjahre auf die Donau gebrachte reichsdeutsche Schiffsmaterial hat sich durchaus bewährt, leistet dem Vaterlande dort namhafte Dienste und bildet einen wertvollen Teil der deutschen Organisation, welche in brüderlicher Zusammenarbeit mit Österreich-Ungarn jetzt und später den Donauweg zu einer Einfuhrstraße von immer steigender Bedeutung machen soll. Dieser Fahrzeugpark wird, soweit er dem Bayerischen Lloyd gehört, von dessen technischer Organisation bearbeitet. Für die noch im Besitz der Z. E. G. befindlichen Schiffe hat die Bergungsgruppe ein ehrenamtliches Inspektorat übernommen, welches die technische Instandhaltung, Inventarergründung und Aufsicht für den Besitzer führt, zumal fast alle diese auf der rumänischen Donau diensttuenden Schiffe als Bergungsobjekte durch die Hände dieses Betriebes gegangen sind.

---

### Erörterung.

Herr Werftbesitzer Ruthof, Mainz-Kastel und Regensburg:

Königliche Hoheit! Meine Herren! Es ist allgemein bekannt, daß Schiffsbergungen zu den aufreibendsten Arbeiten gehören, besonders ist dies aber bei Schiffshebungen auf der Donau der Fall. Den größten Widerstand bietet dort das Verschlicken der Schiffe. Es muß frühzeitig mit den Bergungs- und Hebungsarbeiten begonnen werden.

Als die deutsche Bergungsgruppe von Regensburg vor 11 Monaten ausfuhr, habe ich auch dem Leiter dieser Gruppe die Bedenken, die mir bekannt sind aus früheren Einzel-

fällen. zur Kenntnis gebracht. In Einzelfällen war die Bergung durch das Verschlickten schon sehr schwierig, aber man kann sich vorstellen, welche Kraftaufwendung erforderlich war, wo es sich hier um Massenbergungen handelte. Man konnte nicht an allen Schiffen gleichzeitig die Arbeit beginnen, man konnte auch nicht die genügenden Geräte, die erforderlich waren, schnellstens anschaffen. Es mußte mit viel Improvisation gearbeitet werden. Nachdem ich aber einen Einblick in die Vorbereitungen genommen hatte, nachdem ich gesehen hatte, welche Arbeit in kurzer Zeit beendet wurde und wie sachgemäß die Verdichtungen teils unter Wasser, teils die Versteifungen über Wasser an den inzwischen wiederhergestellten Schiffen gemacht worden waren, war ich über den Erfolg des Unternehmens nicht mehr im Zweifel. Ich glaube, meine Herren, daß man der Unternehmung die Anerkennung nicht versagen kann und daß man ihr aus vollem Herzen weitere Erfolge wünschen soll.

Was die einzelnen Arbeiten selbst betrifft, meine Herren, so ist es nicht meine Sache, darüber zu referieren. Ich möchte hier nur noch über die Schwierigkeiten der Hebung an der Donau bemerken, daß, sobald ein Schiff einmal festen Grund unter seinem Kiel verspürt, die schöne blaue Donau für das sanfte Einbetten sorgt, und, wenn Menschenhände sich nicht beeilen zur Hebung, daß dann eines schönen Tages der Referent berichten kann: das schöne stolze Schiff — man sah es niemals wieder! Denn diese Verschlickungen arten mit der Zeit zu Betonierungen aus: und wenn man sich vorstellt, daß einmal das Schiff der Zukunft, das Betonschiff, in eine solche Lage geraten sollte, so wird es spurlos verschwinden.

Nach dem Vorgebrachten, meine Herren, sollte man sich vorstellen, welcher enorme Wert der Zerstörung preisgegeben ist, wenn ein Krieg in einem hochentwickelten Flußschiffahrtsgebiet, wie z. B. am Rhein oder der Elbe, auftritt. Da würden sich die Kämpfe jedenfalls erbitterter abspielen. Der Verlust wäre ein ganz eminenter und neben dem Verlust in unserer Seehandelschiffahrt kaum zu ertragen, zumal die Binnenschiffahrt während des Krieges zur Entlastung der Eisenbahnen sehr beitragen soll.

Meine Herren, es ist eine Frage, die jedenfalls sehr zu überlegen ist und die jedenfalls auch bald an maßgebender Stelle erörtert werden dürfte: welche Sicherheit kann einem Schiffspark beispielsweise auf dem Rhein gewährt werden, wie kann man einen solchen Schiffspark vor einer Vernichtung schützen, wie sie auf der Donau aufgetreten ist? Wir haben heute nur von einem kleinen Teil vernichteter Schiffe gehört. Der Vollständigkeit halber möchte ich hier nur noch betonen, daß bei dem serbischen Krieg eine weitaus größere Anzahl von Schiffen vernichtet worden ist und auch mit einem weit höheren Wert, so daß man ungefähr mit der dreifachen Anzahl der Schiffe, die auf der Donau vernichtet worden sind, rechnen kann.

Meine Herren, um wieviel größer würde die Vernichtung beispielsweise auf dem Rhein sein, und wie kann man solchen wertvollen Schiffspark schützen? Meiner Ansicht nach nützen für solche Fälle alle die bestehenden Sicherheitshäfen nichts. Nur die in den Fluß mündenden Kanäle, wie z. B. der Rhein—Heine-Kanal und der vorgesehene Rhein—Main—Donau-Kanal dürften zur Rettung eines solchen Schiffsparks wesentlich beitragen.

Meine Herren, eine weitere Frage, die ich mir erlaube zu erörtern, ist der hier gezeigte Umbau des Griechenschlepps „Lena“ mit etwa 350 m Bordwandhöhe in ein Tankschiff. Bei einem Umbau eines normalen Schleppkahnes mit 2½ m hoher Bordwand dürfte ein solches Experiment nicht möglich sein. Das Tankschiff „Lena“ hat fünf Laderäume. Nur drei Laderäume sind für Ölladungen vorgesehen. Dadurch entstehen ganz außerordentlichen Spannungen in dem Schiff. Der Auftrieb des unbeladenen Schiffsraumes ist zu groß und es würde ungefähr auf die Höhe von 2.50 m gerechnet, bei einem normalen Schiff eine Durchbiegung von mindestens 10% entstehen. Jedenfalls wäre es empfehlens-

werter gewesen, die vorhandenen 5 Laderäume und die 2 Stevenräume des Schiffes von Steven zu Steven für Ölladung herzustellen. Die Wohnung der 2 Matrosen müßte über Deck eingerichtet werden, so daß die Räume unter Deck nur für Ladung Verwendung finden. Bei diesem hohen Griechenschlepp wird der Schaden nicht von so wesentlicher Bedeutung sein. Doch würde bei einer Kollision im Mittelschiff ein Unglück unvermeidlich sein. Ich glaube auch, dem Herrn Vortragenden empfehlen zu können, nach einer Beladung einmal Messungen vorzunehmen, um festzustellen, wieviel Durchbiegung ein solches Schiff erleidet.

Eine ganz wichtige Frage, die der Herr Vortragende leider nicht erörtert hat, und die mir von Wichtigkeit wäre, zumal ich schon sehr lange für größere Schiffseinheiten auf der Donau eintrete, ist die: wie hat sich das große Schiff „Lena“ auf den Katarakten der Donau, auf der Bergfahrt bewährt? Waren die Navigationsschwierigkeiten größer als normal? Bisher wurden diese großen Griechenschlapps, wie überhaupt große Schleppkähne auf der Kataraktenstrecke der Donau nicht zugelassen aus ganz unbegreiflichen Gründen, denn die Kataraktenstrecke ist doch lediglich zur Erzielung einer leistungsfähigen Großschiffahrtsstraße reguliert worden unter Zulassung größerer Schiffseinheiten. Eine Lebensfähigkeit der Schifffahrt auf der Donau besteht meines Erachtens nur, wenn große Schiffsgefäße auf der ganzen Donau zugelassen werden, andernfalls, meine Herren, wird für uns die Frage der Benutzung der Donau für den großen Durchgangsverkehr sehr zweifelhaft. Ich habe auch die Überzeugung gewonnen, daß auf der ganzen Donau mit eben solcher Sicherheit gefahren werden kann und daß die Navigationsschwierigkeiten nicht wesentlich größer sind als auf einer ähnlichen Rheinstraße. Ein Beweis dafür ist der, daß ein großer Teil der Schleppkähne größerer Abmessungen nach Regensburg zur Reparatur befördert worden ist, teilweise ohne Vorschiff, ohne Achterschiff, es fehlten die Ankergeschirre, es fehlte das Steuergeschirr. Trotzdem sind diese Schiffe einwandfrei nach Regensburg gefahren. Allerdings ist hier zu beachten, daß die Verbände und die Vorrichtungen zur Fahrt aufs beste und tadelloseste hergestellt worden waren. Es befahren auch in den letzten Jahren größere Schiffe mit Erfolg die schwierigen Donaustrecken, und hoffen wir, daß in Zukunft mit Verbesserungen in dieser Richtung hin zu rechnen ist. (Beifall.)

Herr Kapitänleutnant Dr.-Ing. E. Foerster (Schlußwort):

Königliche Hoheit! Meine Herren! Ich kann mich kurz fassen, und möchte nur die Anfragen des Herrn Werftbesitzers Ruthof beantworten.

Wir haben uns sehr wohl überlegt, ob wir alle Laderäume bei der „Lena“ und bei den drei weiteren Griechenschlapps, die wir inzwischen provisorisch als Tankschlapps eingerichtet haben, benutzen sollten oder ob nur die Mittelräume. Wir haben mittels Meßgerätes die Durchbiegungen festgestellt, welche sich bei voller Beladung ergaben und kaum meßbare Werte gefunden. Wir werden auch in Zukunft so weiter verfahren; denn auf diesem Wege kommen wir billig und schnell zu dem so dringend benötigten Tankraum zur Abfuhr des jetzt in reichlicherem Maße fließenden Petroleums.

Zu Herrn Ruthofs Frage, betreffend die Navigation der Griechenschlapps durch das Tor liegt ein guter Bericht über die „Lena“ vor, die als erste jetzt durchgefahren ist. Der ungarische Schlepplotse hat sicherlich diese Sache im Urteil nicht übermäßig begünstigt, zumal die ungarische Kataraktenbehörde zunächst ganz abgelehnt und sich sehr lange besonnen hat, die Erlaubnis zu erteilen. Das Schiff war nur mit 350 t Petroleum beladen. Es war für den Umbau von vornherein die Bedingung gestellt worden, daß nicht über 1,80 m Tiefgang gefahren werden sollte. Die mindere Beladung war gewünscht, weil man das Steuergeschirr der Griechenschlapps für zu schwach hielt. Man kann dabei der Kataraktenbehörde — bei etwa voller Beladung im Tor — nicht so ganz unrecht geben. Die Griechen-

schlepps sind nicht für die Torfahrt gebaut, sondern für die ruhige rumänische Donau, wo sie leer oder halbleer in der Bergfahrt zu gehen pflegten, um beladen mit geringer Fahrt zu den Getreide-Umschlagshäfen Galatz und Braila zurückzukehren. Ich bin nicht Herrn Ruthofs Ansicht, daß man diese Schiffstypen routinemäßig durchs Tor fahren lassen sollte. Das wäre m. E. schon vom Rentabilitätsgesichtspunkte aus falsch. Der Griechen-schlepp hat entsprechend der größeren Fahrtiefe, die die rumänische Donau bietet, eine bedeutend größere Seitenhöhe als der Torschlepp, der nur 1,80 m taucht. Er schleppt daher bei einer Verwendung mit 1,80 m bis 2,50 m Tiefgang viel totes Gewicht an Seitenhöhe und Versteifungen mit sich. Er bringt im Durchschnitt nur soviel Ladung durchs Tor, wie der  $\frac{2}{3}$  so teure und halb so viel Schleppkraft bedürftige Torschlepp.

Ich bin aber durchaus der Ansicht, daß man einen größeren Einheitstyp einführen sollte, als den bisherigen Torschlepp, und zwar einen 1000-Tonner, dessen Entstehung im Rahmen der deutschen Donauschiffahrt vor allen Dingen der zielbewußten Arbeit des Herrn Ruthof zu danken ist.

Ich meine, daß der sogenannte „Torschlepp“ sich als 600-t-Boot überlebt hat. Früher bestand im Tor die Beschränkung auf jene Schiffsgröße, weil ein Torschleppdampfer nur gerade einen derartigen Schiffskörper, manchmal selbst nur teilweise beladen, durchs Tor ziehen konnte. Seit jedoch der deutsche Feldeisenbahnchef im Jahre 1916 die Treidelbahn am Eisernen Tor gebaut hat, kann ein normaler Torschleppdampfer mit Hilfe der Treidelbahn einen 1000-t-Kahn leicht durchs Tor nehmen. Im Augenblick aber, wo diese Kraftfrage gefallen ist, sind die Wege für den 1000-t-Typ offen, den man schon aus Rentabilitätsgründen — aber auch zur Vereinheitlichung des Lade- und Löschbetriebes und aller damit zusammenhängenden landfesten Einrichtungen für das künftige Mitteleuropäische Kanal- und Stromnetz anstreben sollte. (Lebhafter Beifall.)

Der Ehrenvorsitzende. Seine Königliche Hoheit Großherzog Friedrich-August von Oldenburg:

Meine Herren, Herr Kapitänleutnant Foerster hat seine vorjährigen, mit großem Beifall aufgenommenen Ausführungen durch den heutigen Vortrag in sehr fesselnder Weise ergänzt. Wir haben mit großer Genugtuung vernommen, wie der Chef unseres Feldeisenbahnwesens bemüht ist, nicht bloß die Verkehrsmittel zu vermehren, sondern auch gleichzeitig dem Reich sehr wertvolle Fahrzeuge zu retten. Dem Herrn Vortragenden danken wir wärmstens für seinen höchst beachtenswerten Vortrag. (Lebhafter Beifall.)

---

## VIII. Die Förderung von Körnergut im Luftstrom und ihre Bedeutung für die Schifffahrt.

*Vorgetragen von Ingenieur Chr. Klock, Hamburg.*

Die Entwicklung des Weltverkehrs in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts bis zu Anfang des jetzt herrschenden Weltkrieges hat an alle Gebiete des Handels und der Technik außerordentlich große Anforderungen gestellt. Der Warenausgleich vom Erzeugungsland an die Verbrauchsländer ist in so ungeahnter Weise gesteigert worden, daß die alten gebräuchlichen Verkehrsmittel in keiner Weise mehr genügen. Wenn in der Seeschifffahrt vor Mitte des vorigen Jahrhunderts Schiffsgrößen von 3—400 t Tragfähigkeit resp. Zuladefähigkeit schon als mittelgroße Schiffe galten, so sind heute Abmessungen von 20facher Größe, also eine Zuladefähigkeit von 8000 t, durchaus nichts Ungewöhnliches. Besonders gilt dies für den Verkehr mit sogenannten Massengütern, als da sind Kohlen, Erze, Erdöl, Salpeter, Getreide und vieles mehr. Mit dem Wachsen der Schiffsabmessungen stieg gleichzeitig das hierbei investierte Kapital, und eine ordentliche wirtschaftliche Ausnutzung bedingte es, die Beladung und Entladung dieser Schiffe nach Möglichkeit zu beschleunigen. Die Entstehung sowie die Entwicklung einer Neuerung auf diesem Gebiete, die Förderung von Körnergut im Luftstrom, besonders den Einfluß derselben auf die Entlössung und Beladung von Seeschiffen mit Getreide sowie die weitere Entwicklung der pneumatischen Förderung auf anderen Gebieten Ihnen in Wort und Bild näherzubringen, ist die Aufgabe meines Vortrages.

In Abb. 1 zeige ich Ihnen die einfachste und allgemein übliche Art der Beladung eines Getreideschiffes in einem südrussischen Hafen. Auf kleinen Wagen wird das Getreide in Säcken an die Landungsstelle des Dampfers gebracht, von Arbeitern an Bord des Schiffes getragen und dort lose in den Schiffsraum hineingeschüttet. Diese Art der Beladung ist in Rußland und



anderen Ländern, wo die Verkehrsmittel wenig ausgebaut sind, allgemein im Gebrauch. Anders stellt sich dies allerdings in Ländern mit weit entwickelten Verkehrsmitteln, wie z. B. Amerika, Argentinien usw., wo auch die Erzeugungsstelle in größerer Entfernung von den dazugehörigen Hafenplätzen liegt. Dort sind im Anschluß und in Verbindung mit den Eisenbahnen, die den Transport vom Erzeugungsplatz bis an die Verschiffungsstelle ausführen, Anlagen (sogenannte Elevatoren) geschaffen worden, die einesteils ein

**Beladung eines Dampfers in einem südrussischen Hafen.**

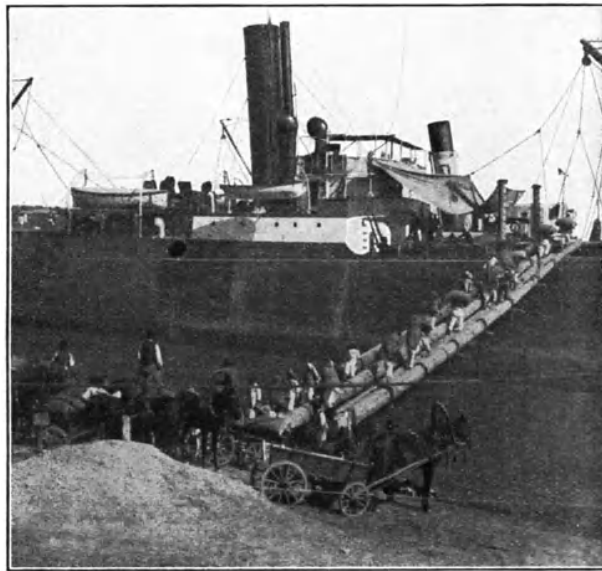


Abb. 1.

Einlagern größerer Mengen und ferner eine Abgabe dieser größeren Mengen an die Schiffe ermöglichen, d. h. das Beladen der Schiffe in kurzer Zeit ausführen.

Das Ausladen, d. h. das Löschen der Getreideschiffe in den Ankunfts-  
häfen, wie es in den meisten Hafenplätzen der Verbrauchsländer ausge-  
führt wurde, zeigt Abb. 2.

Das Getreide wird im Schiffsraum durch Arbeiter in Körbe gefüllt, vermittelt der Dampfwinde an Deck gehoben, dort in Wägemaschinen gebracht, verwogen und über die Schiffsseiten in Leichterfahrzeuge oder sonstige Flußfahrzeuge geschüttet.

Mitte der 80er und Anfang der 90er Jahre des vorigen Jahrhunderts waren allerdings verschiedene maschinelle Einrichtungen für Löschen von

Getreide im Gebrauch. Ganz besonders zu erwähnen sind die Becherwerke, sogenannte Paternosterwerke, deren allgemeine Beschreibung sich hier wohl erübrigt.

Abb. 3 zeigt eine derartige Anlage, die das Getreide aus einem Flußschiff in den Speicher fördert.

Abb. 4 und 5 zeigen ein solches Becherwerk, wie es für die Löschung von Getreide aus Seeschiffen im Gebrauch war und noch ist.

#### Das Ausladen im Ankunftshafen.

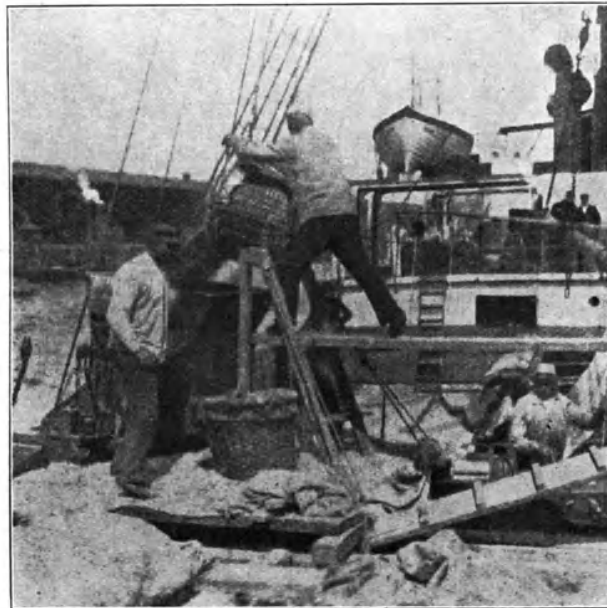


Abb. 2.

Diese Art Maschinen wurde seinerzeit in besonders geeigneter Konstruktion und handiger Ausführung von der Firma S. S. Scott & Co. in Haslington bei Liverpool fabriziert, und auch von anderen Firmen sind nachher ähnliche Ausführungen in den Handel gebracht worden. Das Becherwerk wird auf der Schiffsluke aufgestellt, nach unten hin ist es teleskopartig ausgebildet, so daß der Fuß des Becherwerkes in demselben Maße wie das Getreide schwindet, gesenkt werden kann. Der Antrieb geschieht vermittelt einer Kette ohne Ende, entweder von irgendeiner zum Schiff gehörigen Dampfwinde oder von einer besonders hierfür konstruierten und an Deck aufgestellten separaten und transportablen Dampfwinde.

Wenn diese Becherwerke, vorteilhaft ausgebildet, auch vorzügliche Resultate ergeben, so sind sie doch nur eine teilweise Ersetzung der alten Handarbeit, denn das Fördergut muß durch menschliche Arbeit an den Fuß des feststehenden Becherwerkes herangeschafft werden. Bei großen Leistungen von 150 t per Stunde und mehr ist hierfür eine große Anzahl Arbeiter erforderlich. Zudem verursacht das Bewegen des Getreides mittelst

**Becherwerk aus Flußschiff in Speicher arbeitend.**

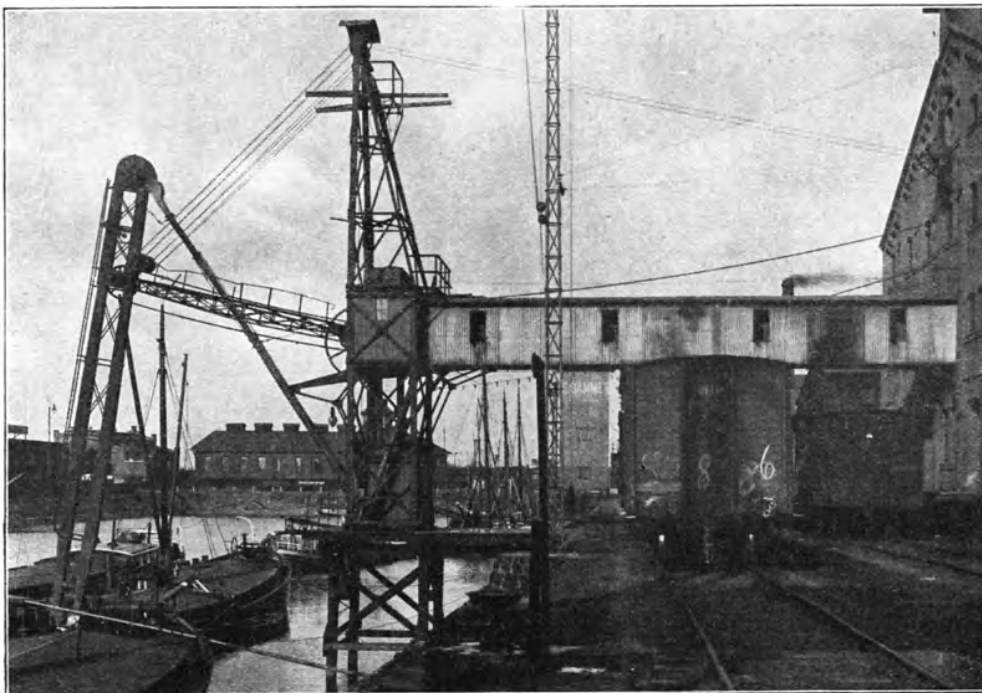


Abb. 3.

Schaufel eine große Staubentwicklung, die dem ausführenden Personal auf die Dauer die größten Schwierigkeiten verursacht.

Die Erfindung des pneumatischen Getreidehebers, d. h. die Förderung von Körnergütern im Luftstrom, hat für die Entlöschung von Seeschiffen bahnbrechende Änderungen und neue Möglichkeiten geschaffen.

Fälschlicherweise wird diese Erfindung als eine englische bezeichnet, während tatsächlich schon im Jahre 1880 ein Stettiner Ingenieur ein derartiges Verfahren vorführte. Er fand jedoch wenig Anerkennung, da der

sehr hohe Kraftverbrauch und wahrscheinlich auch dem Verfahren noch anhaftende Mängel in der Konstruktion und Ausführung die Sache als unwirtschaftlich erscheinen ließen. Bei der Allgemeinheit herrscht zudem bei der Einführung von Maschinenarbeit für die Handarbeit die Furcht, daß größere Mengen von Arbeitern überflüssig und brotlos werden, während bis jetzt die Erfahrung uns gelehrt hat, daß derartige freiwerdende Arbeitskräfte

**Becherwerk aus Seeschiff im Hafen arbeitend.**



Abb. 4.

sehr bald in anderen Berufszweigen lohnende Beschäftigung finden. Diese Furcht wird auch wohl die besonders kräftigen, sogenannten Gilden der Sackträger und andere bei dem Getreideumschlag sich betätigenden Berufszweige veranlaßt haben, ihren Einfluß gegen die Einführung derartiger Maschinen geltend zu machen. Zudem waren m. E. derzeit die umzuschlagen-

den Mengen von Getreide in Stettin und anderen deutschen Häfen nicht derartig gewaltig, daß sie nicht ohne Schwierigkeiten durch die Jahrhunderte alte Methode der Handarbeit und das damals noch zur Verfügung stehende Arbeitermaterial bewältigt werden konnten.

Anders lag die Sache in England und ganz besonders im großen Importhafen London, wo in den räumlich begrenzten Mill Wall Docks schon damals ein Getreideumschlag von jährlich 800 000 t stattfand. Wiederholt durch längere Arbeitseinstellungen von seiten der Arbeiter verursachte

**Becherwerk aus Seeschiff im Hafen arbeitend.**

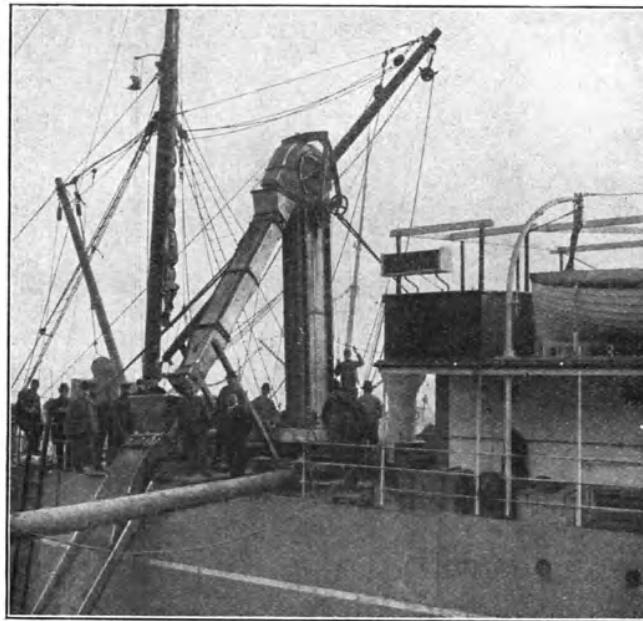


Abb. 5.

Schwierigkeiten und die Unterbrechung der Arbeiten bei schlechtem Wetter, besonders bei Regen, veranlaßten sehr große Verzögerung in der Entlößung der mit Getreide ankommenden Schiffe, große Unkosten für Reeder und alle am Handel mit Getreide Beteiligten sowie eine zeitweise Blockierung des Hafens, so daß geradezu unhaltbare Zustände eintraten.

Der damalige Oberingenieur, nachherige Direktor der Mill Wall Docks, Herr Frederic Elliot Duckham, hat das Verdienst, durch seine verschiedenen bahnbrechenden Erfindungen und Konstruktionen die Idee der Förderung im Luftstrom, besonders für Getreide, in die Wirklichkeit umgesetzt und praktisch

ausgeführt zu haben. Ich möchte hier zunächst die Arbeitsweise eines solchen Getreidehebers kurz erklären:

Abb. 6 u. 7 zeigen einen schematischen Querschnitt und Längsschnitt durch Heber und zu entlöschendes Fahrzeug. Ein Luftpumpenpaar, im Heber aufgestellt, erzeugt aus dem Schiffsraum auf dem Wege durch

**Schematische Darstellung, Ausführung Duckham, Querschnitt.**

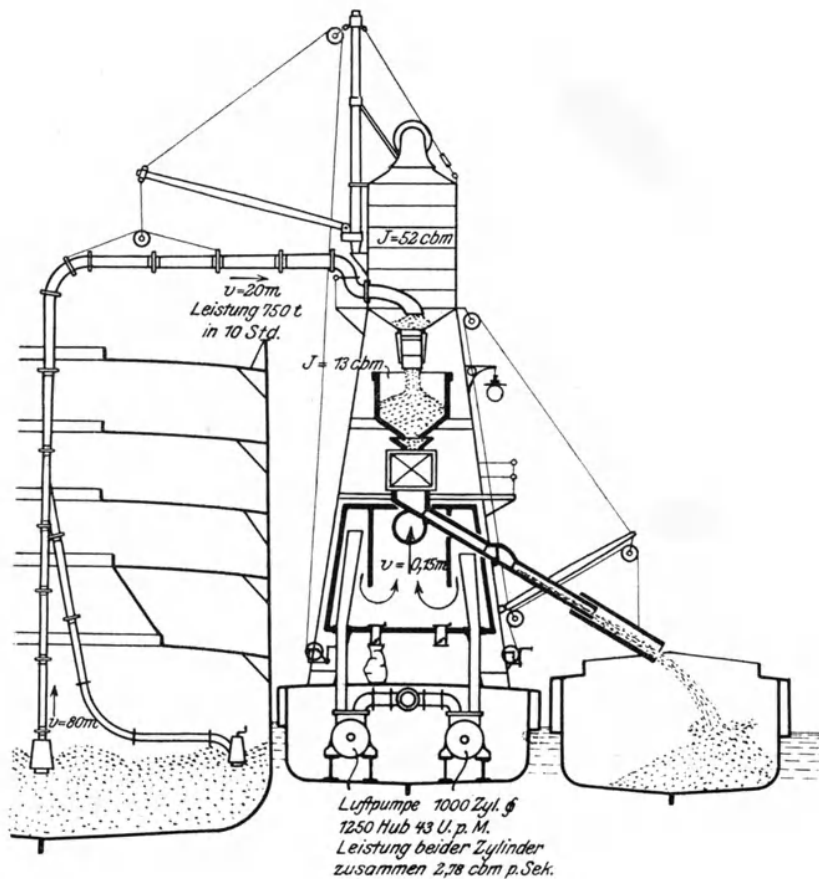


Abb. 6.

Rezipienten und Rohrleitung einen Luftstrom aus dem zu entlöschenden Raum mit Auspuff durch Staubkammer ins Freie. Die am Ende der Rohrleitung eingeschaltete Düse, siehe Nebenabb. 7, ermöglicht die Aufnahme des Getreides in den Luftstrom. Die Düse wird in das Getreide hineingelassen, die Luft tritt durch den äußeren Mantel in das Kernrohr ein, reißt das Getreide mit sich und bildet somit das Organ für die Aufnahme in den Luftstrom. Die Luft-

geschwindigkeit, die zur Aufnahme des Getreides in den Luftstrom und zur Aufrechterhaltung der dem Getreide mitgeteilten Geschwindigkeiten in der Rohrleitung dient, ist natürlich sehr hoch, und demgemäß werden die Durchmesser der Rohre im Verhältnis zur Kapazität der Luftpumpe gewählt. Hierdurch entsteht im ganzen System ein Unterdruck, so daß Unterdruck und

**Schematische Darstellung, Ausführung Duckham, Längsschnitt.**

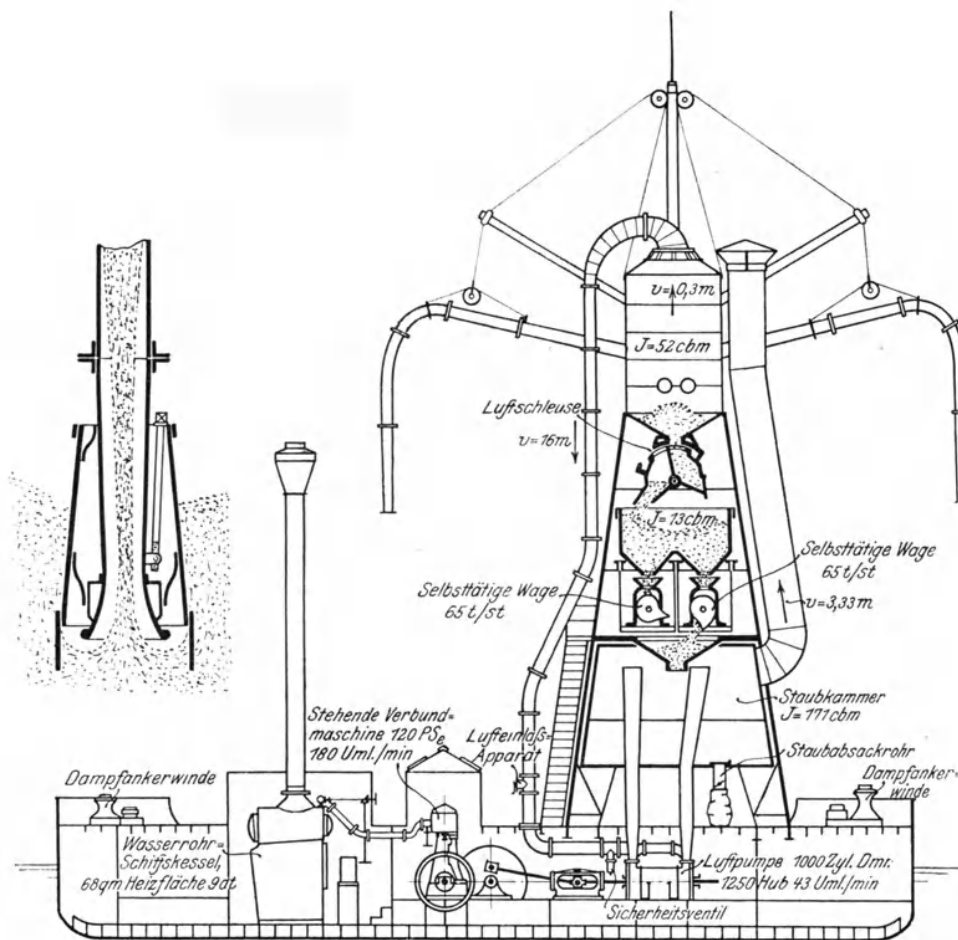


Abb. 7.

Luftgeschwindigkeit in ein bestimmtes, voneinander abhängiges Verhältnis gestellt werden. Im Rezipienten, der in der Leitung zwischen Schiffsraum und der den Luftstrom erzeugenden Luftpumpe eingeschaltet ist, wird durch die bedeutende Querschnittserweiterung des Rezipienten der Luftstrom derartig verlangsamt, daß dieser das Getreide fallen läßt, und dieses am Boden des Rezipienten

angesammelt wird, von wo aus es durch die selbsttätige Getreideschleuse entnommen und nach Bedarf weitergefördert wird. Die selbsttätige Getreideschleuse ist somit Abnahmeorgan aus dem Luftstrom, und diese beiden Aufnahme- und Abnahmeorgane, d. h. Düse und Getreideschleuse, bilden den Kernpunkt der Duckhamschen Erfindung. Die Getreideschleuse besteht aus zwei durch eine Scheidewand voneinander getrennten Kammern, die in einem gemeinschaftlichen Drehpunkt im Gleichgewicht aufgehängt sind und durch das Gewicht des geförderten Getreides betätigt werden, d. h. die eine Kammer wird direkt unter die am Boden des Rezipienten befindliche Öffnung gebracht, so daß vermöge des im Rezipienten herrschenden Unterdrucks die im Scharnier aufgehängte Verschußklappe der einen Kammer durch den atmosphärischen Druck geschlossen wird. Die Kammer füllt sich mit dem im Rezipienten angesammelten Getreide, und das Gewicht dieses Getreides überwindet das Trägheitsmoment des, wie oben erwähnt, im Drehpunkt aufgehängten Kammernpaares, so daß die gefüllte Kammer niederfällt und gleichzeitig die leere Kammer unter den Rezipienten gebracht wird. Dieses Spiel wiederholt sich hin und her und gibt somit die selbsttätige, dauernde Entnahme des Getreides aus dem Luftstrom. Duckham ließ sich diese beiden Erfindungen patentamtlich schützen, wozu noch als weiteres Requisite ein biegsames Rohr, das ich später näher beschreiben werde, patentamtlich geschützt wurde.

Das Obenerwähnte gilt für die Förderung durch Saugluft. Eine Förderung durch Druckluft läßt sich naturgemäß ebenso gut bewerkstelligen; dabei wird die Höhe des Überdrucks in direktem Verhältnis zur Luftgeschwindigkeit stehen. Das Aufnahmeorgan muß natürlich anders angeordnet sein; ich werde weiter unten näheres darüber mitteilen. Die Abgabe aus dem Druckluftstrom vereinfacht sich bedeutend, da man nur nötig hat. Maßregeln zu treffen, daß die Geschwindigkeiten des Fördergutes allmählich auf Null zurückgehen, und die Luftmenge nicht eine Pumpe zu passieren hat wie bei der Saugluft. Duckham hatte nach seiner Konstruktion in den Mill Wall Docks Anfang der 90er Jahre drei schwimmende, auf dem Saugluftsystem basierende Getreideheber ausführen lassen, außerdem eine am Kai fest aufgestellte Anlage, die mit Saugluft das Getreide aus den Seeschiffen auf den Kai beförderte und dies dann vermittelst Druckluft aus den Sammelbehältern in die neben dem Kai befindlichen Lagerhäuser weiter beförderte. Leider fehlen mir die nötigen Unterlagen, um Ihnen diese Apparate im Bilde vorzuführen. Aus den Abb. 6 u. 7 gehen die Vorteile und Nachteile der da-



maligen Apparate deutlich hervor. Der Hauptfehler der Duckhamschen Einrichtung bestand darin, daß bei der Förderung die leichten Teile, Staub und Spreu, von den schwereren Teilen, d. h. dem reinen Getreide, getrennt wurden. Abb. 6. Wie ich an dieser Stelle schon im Vorjahre die Ehre hatte, bei der Diskussion des Vortrages von Herrn Direktor Lübbert auszuführen, ist eine derartige Veränderung des Fördergutes aus handelspolitischen Rücksichten unstatthaft, und diese Eigenschaft wird auch wohl der Hauptgrund gewesen sein, daß in England weitere Anlagen nach System Duckham bis Anfang des Krieges kaum ausgeführt wurden. Einmal lag dieser Fehler vor, und dann erforderte, was ich gleich erwähnen will, die mangelhafte Konstruktion der Duckhamschen Luftpumpe zu große Nebenunkosten. Man begnügte sich also in England durchweg mit den Becherwerken.

In Deutschland hatte die Maschinenfabrik und Mühlenbauanstalt G. Luther, A.-G. in Braunschweig, von Duckham die alleinige Berechtigung der Ausführung seiner Patente und Konstruktionen erworben, und dieser Firma und ihren ausführenden Organen steht das Verdienst zu, die Getreideheber im Laufe einer langen Reihe von Jahren durch kostspielige Versuche und manche verlustreiche Ausführung derartig entwickelt zu haben, daß sie heute ein absolut einwandfreies, jedem Gebiete des Handels und der Technik dienendes Werkzeug sind. Wenn in neuerer Zeit, nach Erlöschen der Patente, verschiedene Firmen die Herstellung solcher Getreideheber übernommen haben, so sind diese Ausführungen m. E. mehr oder minder geschickte oder glückliche Nachbildungen der Lutherschen Apparate. Meine Hauptaufgabe ist, Ihnen jene Entwicklung und Umgestaltung näher zu schildern.

Die Firma Luther baute 1896 und 1897 für die Hamburg-Amerika Linie in Hamburg und für den Norddeutschen Lloyd in Bremen einige Getreideheber, die voll und ganz nach der Konstruktion von Duckham ausgeführt wurden. Ferner wurden einige kleinere Anlagen in Passau und Stettin von der Firma Luther ausgeführt, die aber hinsichtlich ihrer Größe kaum nennenswert sind. Im Jahre 1901 führte die Firma G. Luther eine große pneumatische Schiffsentladeanlage mit sechs Annahmestationen von je 75 t Stundenleistung für die Silospeicher der Soc. anonyma Silos di Genova in Genua aus.

Die außerordentlich ungünstigen Resultate und verschiedene sonstige Erfahrungen, die die Firma Luther bei dieser Ausführung machte, veranlaßte sie, eine vollständig neue Konstruktion der Luftpumpe zu schaffen.

In Abb. 11 gebe ich Ihnen eine schematische Darstellung der Duckhamschen Luftpumpe. Bei dem langen Hub (2 m), etwa 25 Hub pro Minute, und der

Pneumatische Schiffsentladungs-Anlage in Genua.

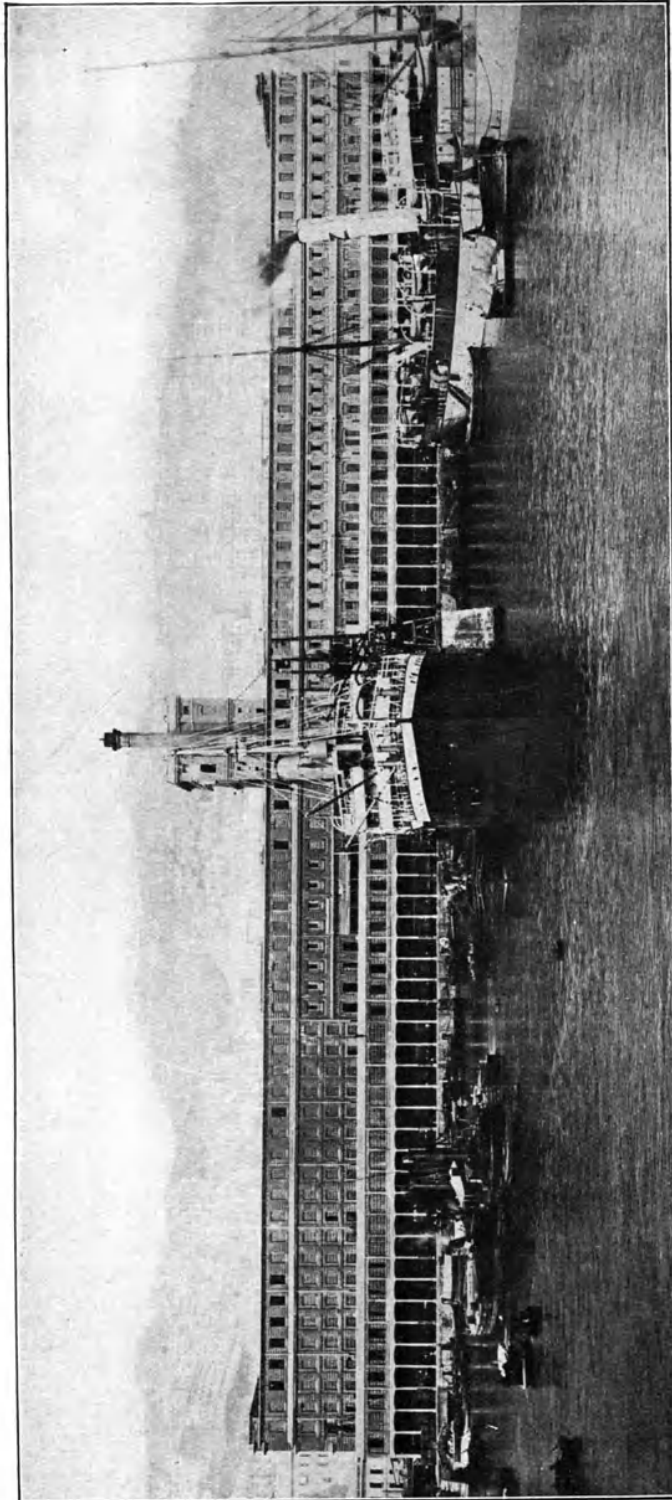


Abb. 8.

184 Klock, Förderung von Körnergut im Luftstrom u. ihre Bedeutung für die Schifffahrt.

Anordnung der Ventile werden Sie verstehen, daß der Nutzeffekt dieser Pumpe nicht sehr groß gewesen ist. Zudem hat die Kolbenliederung, die aus Baum-

Anlage Genua.

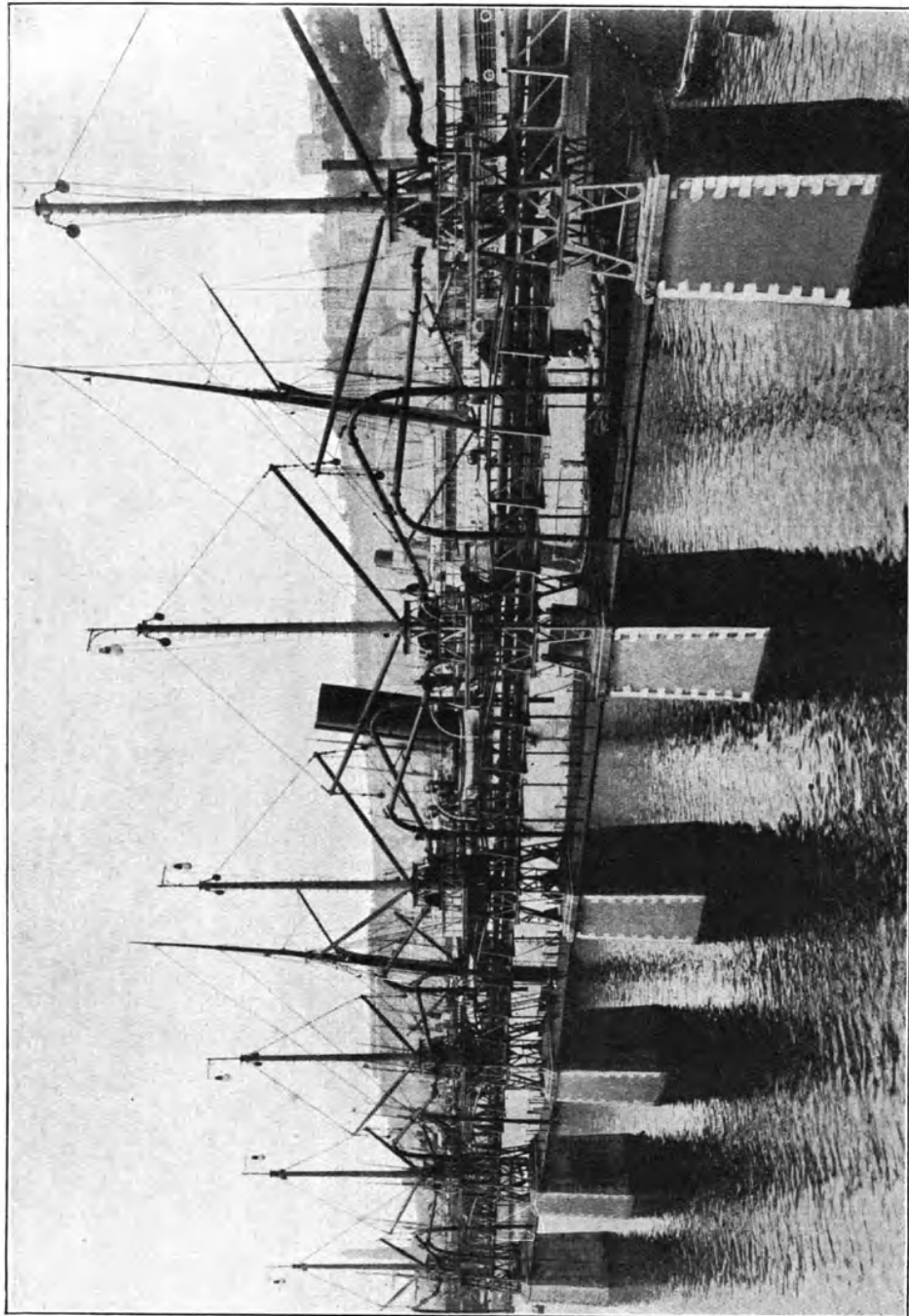


Abb. 9.

wollpackung besteht, den Nachteil, daß sie hart wird und beim Durchbiegen der Kolbenstange im unteren Teil des Zylinders starke Reibungen erzeugt,

**Anlage Genua.**

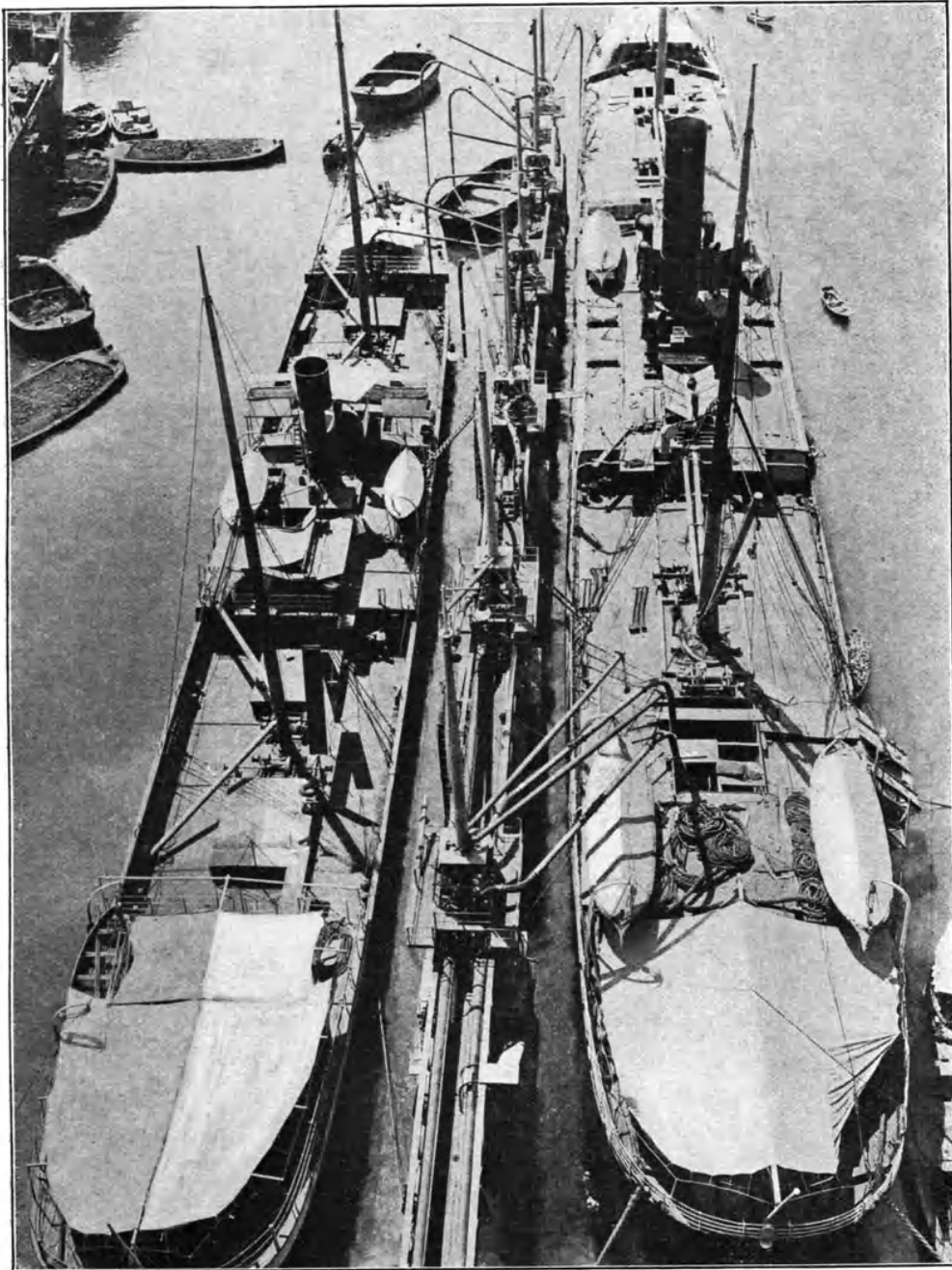


Abb. 10.

**Schematische Darstellung der Duckhamschen Pumpe.**

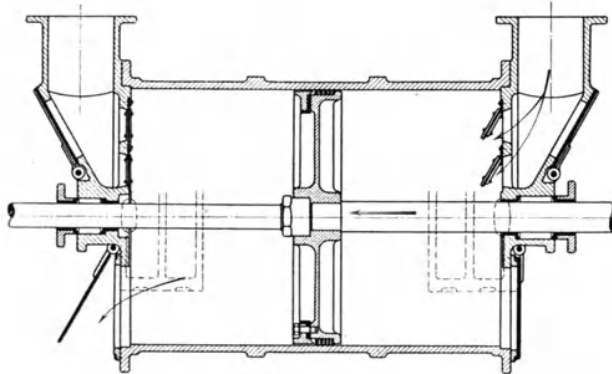


Abb. 11.

**Schematische Darstellung der Pumpe,  
Konstruktion Luther.**

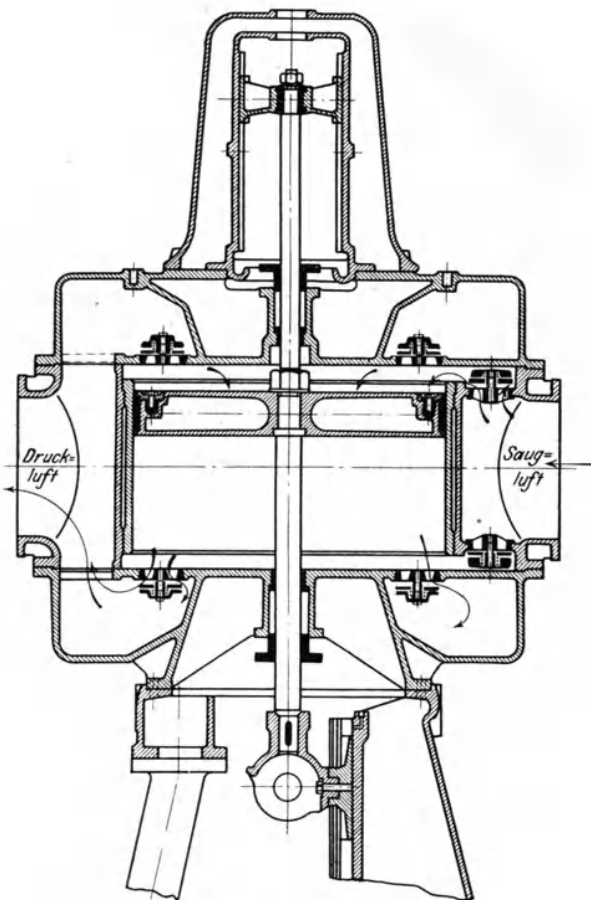


Abb. 12.

wodurch (die Pumpe ist natürlich ungeschmiert, weil sie Getreidestaub fördert) sehr leicht Funkenbildungen stattfinden können, die bei einer gewissen Mischung von Luft und Staub zu Bränden und Explosionen führen können.

Abb. 12 gibt Ihnen ebenso schematisch die Darstellung der neukonstruierten Pumpe.

Diese Pumpe, ebenfalls ungeschmiert im Zylinder, hat m. E. den großen Erfolg des Getreidehebers während der letzten Jahre getragen, und schon damals wurde festgestellt, daß, während bei denselben Abmessungen der Dampfmaschine wie bei der ersten Ausführung der Apparate mit liegender Pumpe eine Stundenleistung von 75 t gemacht werden konnte, bei der nunmehr neukonstruierten Pumpe eine Stundenleistung von 150 t bei demselben Kraftverbrauch erreicht wurde. Im Jahre 1904 wurden nach den gemachten Erfahrungen unter vollständiger Neukon-

struktions aller Teile zwei schwimmende pneumatische Getreideheber von je 150 t Stundenleistung für die Maatchappy tot Exploitatie van drywende Elevatores in Rotterdam geliefert. Hierbei ist zum ersten Male zur Vermeidung der getrennten Ablieferung von Getreide und Staub als Neukonstruktion der Zentrifugalstaubfänger in den Rezipienten eingeführt, mit periodischer Abzapfung des Staubes und Zuführung des Staubes durch Bandtransport zum Getreide im Getreidesammelbehälter.

**Getreideheber für Rotterdam.**

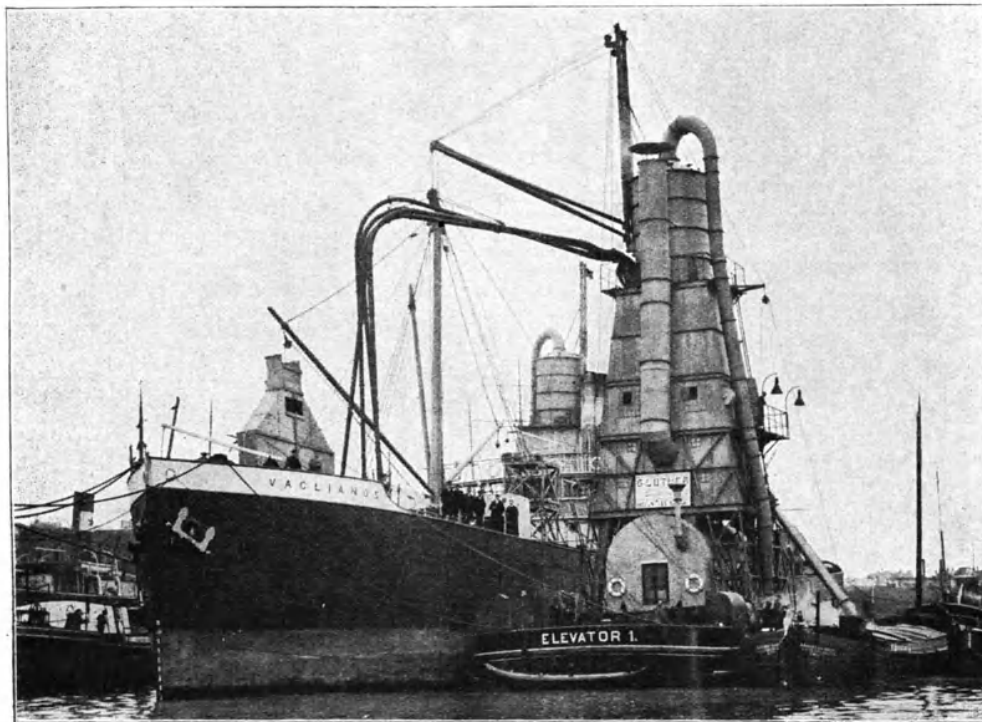


Abb. 13.

Zur Erklärung dieses zwischengeschalteten Zentrifugalstaubfängers möchte ich folgendes erwähnen: Der Luftstrom wird auf dem Wege zur Pumpe, nachdem die Geschwindigkeit im Rezipienten verzögert war, durch Einführung in einen engeren Querschnitt in den Staubfänger wieder beschleunigt und in eine rotierende Bewegung gesetzt. Die festen Bestandteile, das sind die leichten Teile des Getreides und der Staub, werden durch die Zentrifugalkraft an die Peripherie dieses Staubfängers geschleudert und sinken, fortwährend

kreiselnd, allmählich auf den Boden des Staubfängers herab. Somit wird in der Mitte dieses Staubfängers eine Zone gereinigter Luft hergestellt, aus der die Pumpe dann die gereinigte Luft entnimmt. Der im unteren Teil des Staubfängers sich ansammelnde Staub mußte dann periodisch nach Leistungen von 50 resp. 100 t oder mehr unter Aufhebung des Förderprozesses durch die am Boden befindliche Klappe abgezapft werden und sollte dann durch das auf

**Schematische Darstellung der Staub-  
absonderung im Recipienten.**

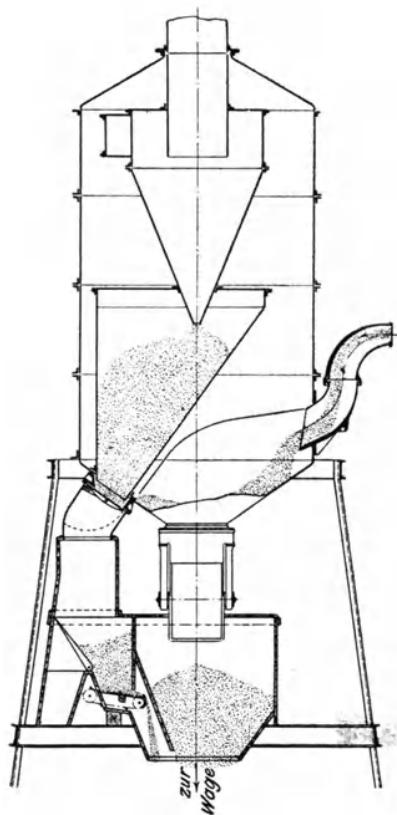


Abb. 14.

dem Bild ersichtliche Transportband dem Getreide zugeführt werden. Wie schon erwähnt, wurde anstatt des langsam laufenden liegenden Luftpumpenpaares der neue Typ einer stehenden Pumpe in Luthers eigener Konstruktion ausgeführt. Die Pumpe ist direkt mit der Dampfmaschine gekuppelt.

Obwohl die Leistungen dieser Elevatoren gut waren, so gelang es der Verwaltung der Gesellschaft damals nicht, die Widerstände der Hafendarbeiter, Getreideverwieger, Getreidekontrolleure usw. gegen die Einführung dieser maschinellen Arbeit zu überwinden. Dies veranlaßte nunmehr größere Verzögerungen in den Ablieferungen von Getreide, so daß durch Verhandlungen mit den Getreideempfängern am Rhein in Mannheim, für die ja bekanntlich Rotterdam umschlägt, ein Stillliegen von mindestens zwei Jahren vereinbart wurde.

Im Jahre 1906 wurde dann in Hamburg infolge von Schwierigkeiten bei dem Umschlag des immer größer werdenden

Getreideimports, der andauernden Streiks und der allzu langen Entlöschungsdauer der Schiffe, von seiten verschiedener an dem Umschlag beteiligten Stauer, Kornumstecher, Schiffsmakler usw. zur Gründung der Hamburger Getreideheber-Gesellschaft geschritten, und der Firma G. Luther wurden im Jahre 1906 fünf pneumatische schwimmende Getreideheber in Auftrag gegeben. Nach relativ kurzer Bauzeit wurde der erste Getreide-

heber am 4. März 1907 im Hamburger Hafen in Betrieb genommen. Es herrschte damals ein Streik der Hafendarbeiter, und dieser Getreideheber und die nach und nach weiter abgelieferten der bestellten fünf Heber taten vorzügliche Dienste.

Immerhin war die Zuführung des Staubes zu dem Getreide nichts weniger als regelmäßig und gab zu großen Schwierigkeiten Veranlassung;

#### Maschinen- und Pumpenanlage.

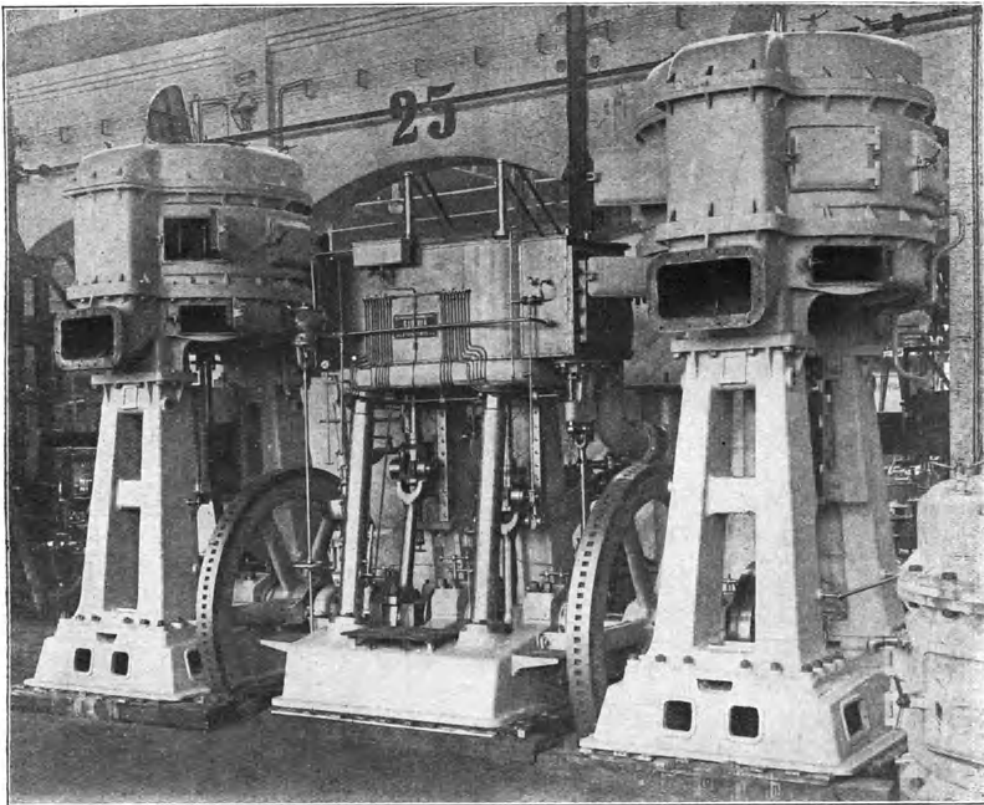


Abb. 15.

besonders war es die periodische Abzapfung, die in der Ablieferung des Getreides große Unregelmäßigkeiten hervorrief, und so wurde denn nach eingehenden Versuchen im Zusammenarbeiten mit der Firma Luther durch Einführung eines rotierenden Zellenrades zur Abzapfung des sich sammelnden Staubes eine kontinuierliche Beimischung des Staubes zum Getreidestrom hergestellt.



Wie ersichtlich, wird durch die Einführung dieses Zellenrades, wie schon gesagt, eine dauernde Zumischung des Staubes hergestellt. Der Nachteil dieses Zellenrades gegenüber dem von Duckham aufgestellten Abnahmeorgan der Kippschleuse ist der, daß dieses Zellenrad eines eigenen Antriebes

Schematische Darstellung des Förderprozesses.

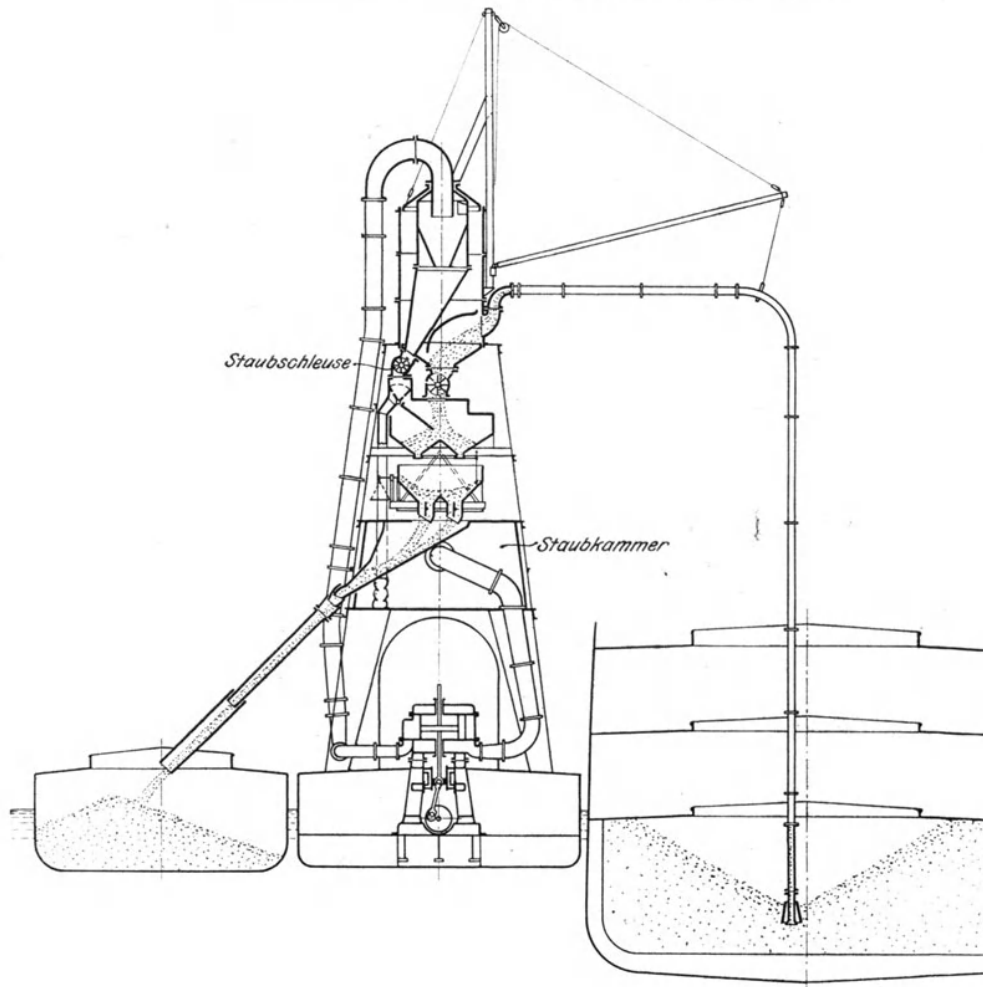
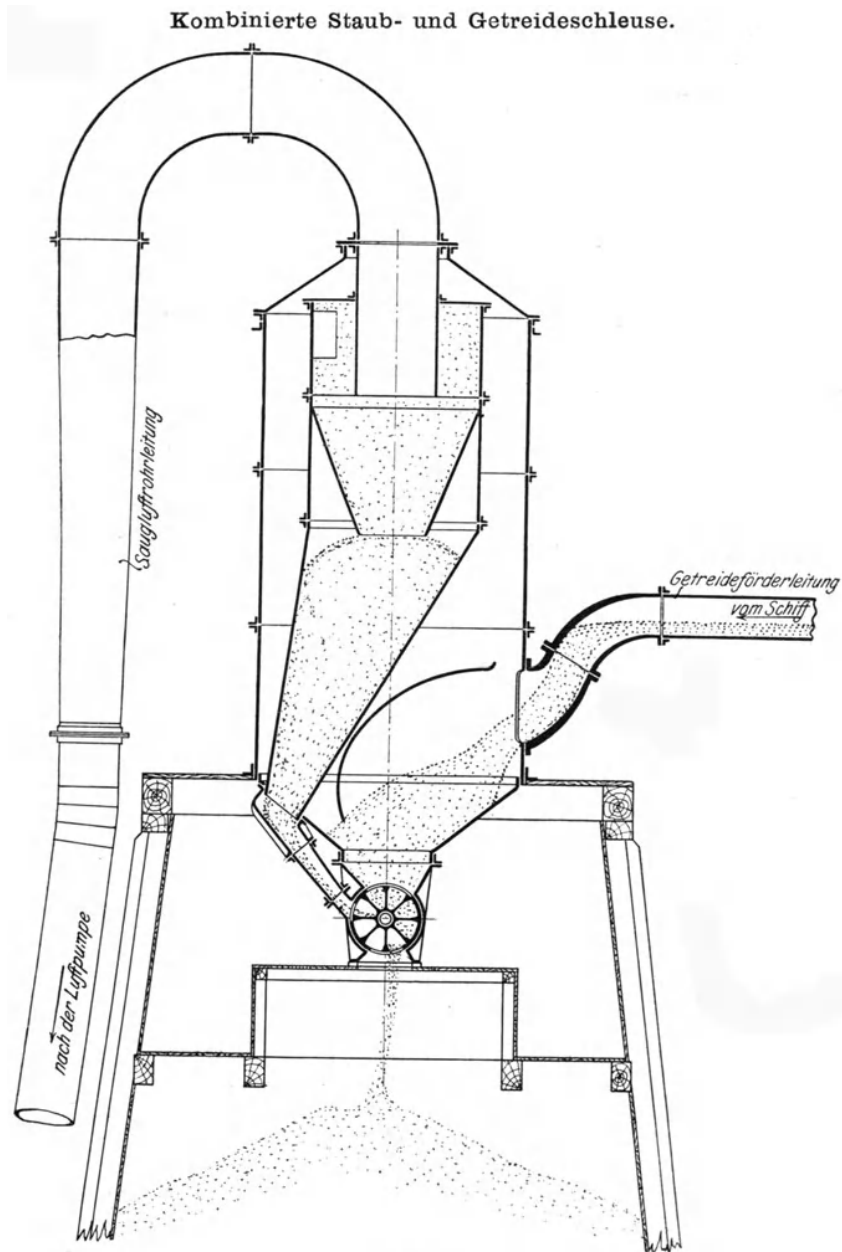


Abb. 16.

bedarf. Auf den Getreidehebern der Hamburger Gesellschaft ist dieser Antrieb elektrisch hergestellt. Weitere Versuche im Laufe der Jahre ergaben, daß die Beweglichkeit des Staubes im Staubfänger derartig hoch war, daß man zu einer weiteren Förderung auch unterhalb des Bodens des Rezipienten schreiten konnte.

Die neuesten Ausführungen sind in Abb. 17 gezeigt, wo die Duckhamsche Kipperschleuse ganz in Fortfall kommt und das Abnahmeorgan



aus dem Luftstrom durch ein großes elektrisch angetriebenes Zellenrad ausgeführt ist, das im Laufe des Förderprozesses einmal bei dem Passieren

des Staubkanals die angesammelte Menge Staub und darauf unter dem Rezipienten das dazu gehörige Quantum Getreide aufnimmt und in den Getreidesammelbehälter unterhalb des Rezipienten wohlgemischt abschüttet. Der für den Handel so unbedingt nötigen Bedingung der ungeteilten Ablieferung ist somit Folge geleistet. Ich habe bei der Entwicklung dieser Frage so lange verweilt, weil die ganze Angelegenheit die Erfahrung jahrelanger Arbeit erforderte, und möchte hier nochmals darauf hinweisen, daß die Überwindung dieser Schwierigkeiten erst die eigentliche und allgemeine Einführung der Getreideheber im internationalen Umschlag gewährleistet hat.

In Abb. 18 sehen Sie nun die Ausführung der Heber für die Hamburger Gesellschaft, wie sie als moderner Getreideheber gelten kann, und hier möchte ich an Hand der Zeichnungen die Vorteile, die bei der Entlöschung mit pneumatischen Getreidehebern sowohl für die Reedereien als auch für den Handel entstanden sind, kurz beleuchten: Der Getreideheber ist in seiner Ausführung vollständig selbständig und von keinem der Organe des Schiffes in irgendeiner Weise abhängig, so daß, wenn derselbe längsseit kommt und die Entlöschung übernimmt, jede Mitwirkung der maschinellen Einrichtungen des Schiffes ausscheidet und somit die Liegezeit des Schiffes im Hafen voll und ganz für die Wiederherstellung der während der längeren Seereise notwendig gewordenen Reparaturen resp. Überholungsarbeiten zur Verfügung gestellt werden kann. Wie Sie ersehen, sind die Rohre leicht über das Schiff und in die Luken hineinzufördern. Die elektrische Beleuchtung kann vom Heber auf das Schiff übertragen werden. Zum Heranholen der nötigen Fahrzeuge für die Aufnahme des Getreides sind auf dem Heber Winden aufgestellt, so daß der Getreideheber unausgesetzt in Tätigkeit bleiben kann. Die Verlängerung der Rohre im Schiffsraum einesteils durch starre Rohre, anderenteils durch biegsame Rohre, die um alle Ecken herumgeführt werden können, ermöglichen es, daß das Getreide aus den entferntesten Teilen des Schiffes entnommen werden kann. Die von mir hier erwähnten biegsamen Rohre sind ebenfalls eine Erfindung Duckhams, die ich Ihnen später bei den Ausführungen der Details in ihrer Entwicklung weiter vorführen werde. Durch die große Stundenleistung der Getreideheber ist die Löschzeit, das ist der Aufenthalt des Schiffes im Hafen, bedeutend verringert und damit die Wirtschaftlichkeit des Schiffes erhöht. Die Maximalleistung eines dieser großen Getreideheber beträgt 250 t Schwergetreide, das heißt Weizen oder Mais, pro Stunde, bei geraden Düsen in vollem Korn. Diese Maximalleistung kann nun natürlich nicht bei der Beurteilung der Entlöschung eines Schiffes in Rechnung gestellt werden,

da je nach der Lage des Getreides, der Entfernung vom Luk und anderen Eigentümlichkeiten der Getreidelöschungen, auf die ich später noch eingehen

**Moderner Getreideheber.**  
(Längsschnitt und Grundriß.)

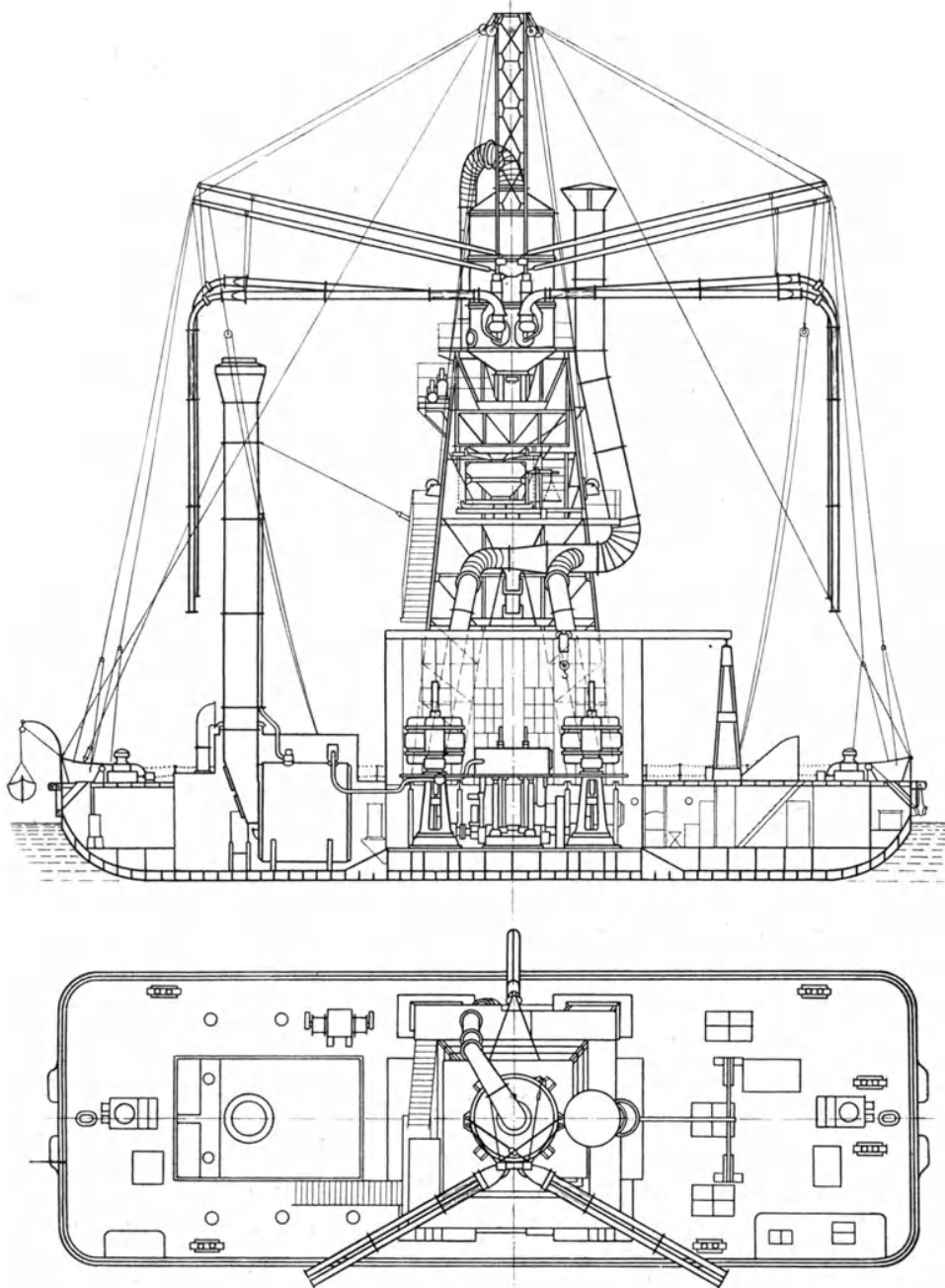


Abb. 18a.

werde, sowie nach den Abgabemöglichkeiten an die Flußschiffe oder weiteren Beförderungsorgane die Leistung eine andere wird. Immerhin kann ich als Norm für die Löschung eines Schiffes von 8000 t Zuladefähigkeit feststellen, daß die Entlöschung mit der Hand unter günstigen Verhältnissen nicht unter

**Moderner Getreideheber.**  
(Querschnitt.)

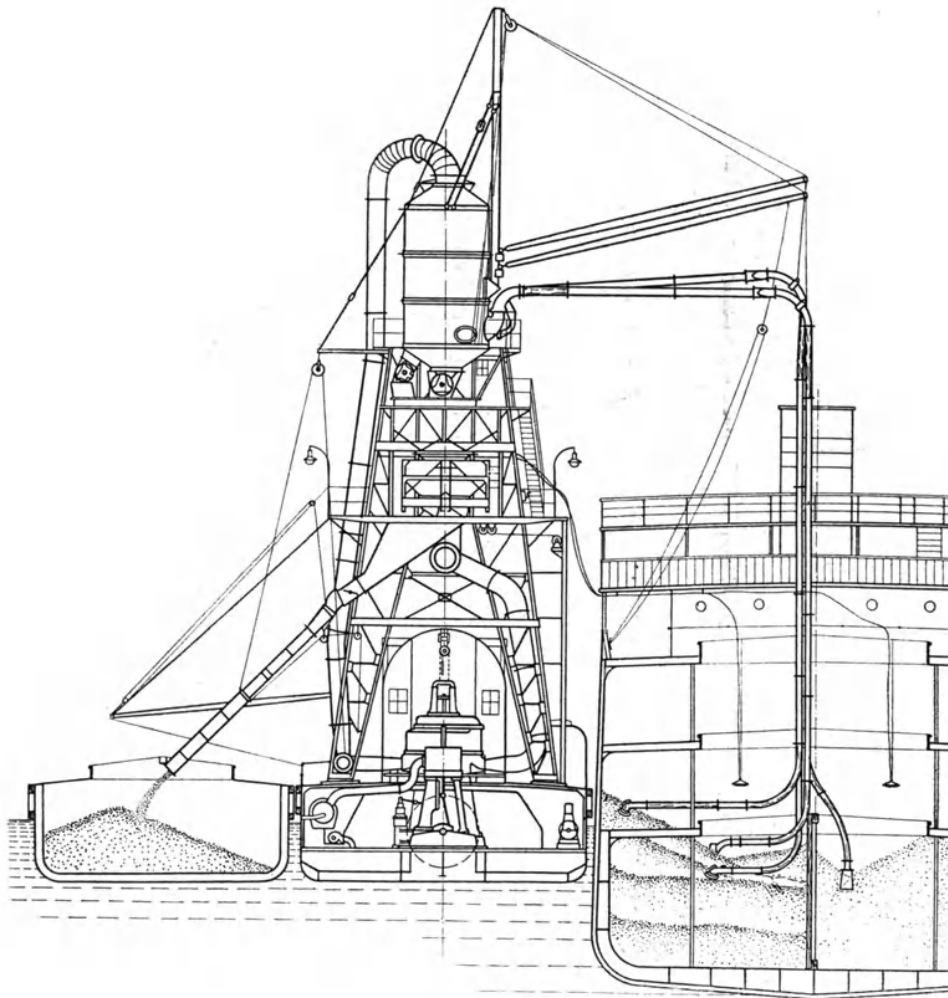


Abb. 18b.

16 bis 20 Tage erfordert, während bei einigermaßen günstigen Abnahmeverhältnissen und nicht zu großer Zergliederung der Ladung in einzelne Partien, die Löschung vermittelst Getreidehebers (wir rechnen für einen solchen Dampfer immer drei Heber zurzeit) sich in längstens vier Tagen

bewerkstelligen läßt. Ich bemerke hierzu, daß ich Ihnen reine Erfahrungsdaten ohne irgendwelche Verschönerungen gebe, um Ihnen ein klares Bild des für die Schifffahrt entstehenden Vorteils zu bieten. Bei gemischter Ladung, wo außer Getreide Stückgut aus den verschiedenen Abteilungen des Schiffes gelöscht werden muß, läßt sich, da die Einführung der Rohre durch die Luke nur sehr wenig Platz in Anspruch nimmt, gleichzeitig aus demselben Luk eine Löschung von Stückgut vornehmen. Der Raum, aus dem das Getreide gelöscht wird, ist nahezu staubfrei, und das Personal wird also hierdurch wenig oder gar nicht belästigt. Im ganzen gehören zur Bedienung eines Hebers

**Winkeldüse.**

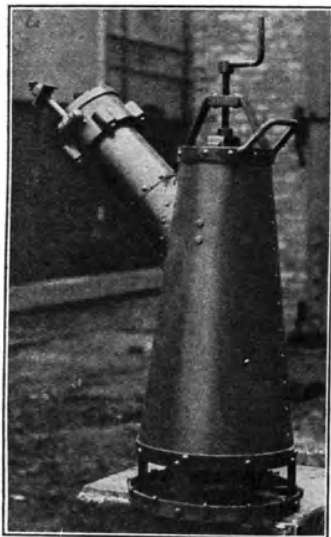


Abb. 19.

**Gerade Düse.**



Abb. 20.

**Restdüse.**



Abb. 21.

von vorerwähnter Leistungsfähigkeit, sowohl für Bedienung der Maschinen an sich als auch im Schiffsraum, 15 Mann, während bei der Entlöschung vermittelt Handarbeit mindestens 250 Mann beschäftigt sein würden. Die den Reedern entstehenden Unkosten, d. h. das Entgelt für die Löschung, sind dieselben wie bei der Handarbeit. Der Getreidehandel an sich hat außerdem durch die verschiedenen Eigenschaften der pneumatischen Entlöschung schwerwiegende Vorteile, die hier im Augenblick wohl weniger interessieren dürften, und die ich deshalb nur kurz erwähnen werde. Das Getreide wird während des Förderprozesses im Luftstrom einer Lüftung unterworfen, wodurch einmal durch die lange Lagerung im Schiffsraum entstandene Mängel, Erhitzung

oder Dumpfheit des Getreides, aufgehoben und das Getreide anderenteils für den Weitertransport in seiner Haltbarkeit gekräftigt wird. Die Verwiegung auf dem Heber ist absolut einwandfrei; desgleichen ist die auf dem Heber stattfindende Probeentnahme für die Abwicklung der Geschäfte für den Handel von großem Vorteil. Wie in Abb. 18 bereits gezeigt, sind in Getreideschiffen vielfach verschiedene Sorten Getreide oder aber verschiedenen Eigentümern gehörige Getreidemengen übereinander aufgestapelt, die nur

**Schiffsraum bei pneumatischer Entlöschung.**

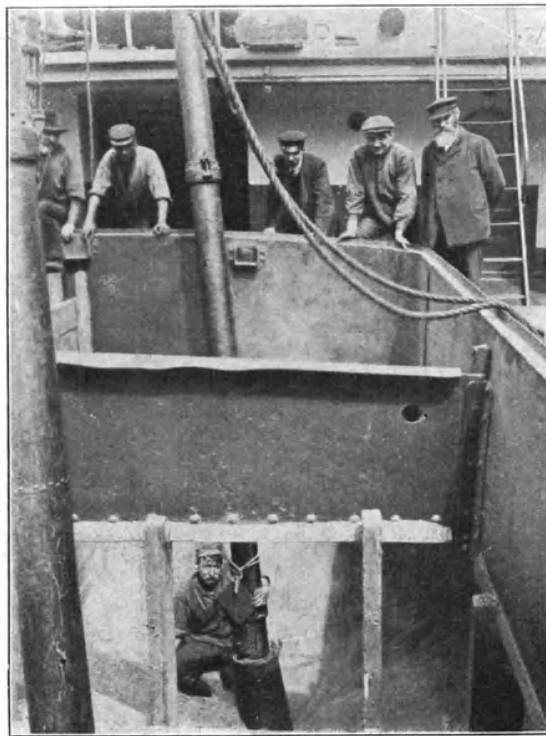


Abb. 21 a.

durch Segeltücher, resp. Bastmatten, voneinander getrennt gehalten werden. Bei der Entlöschung durch Handarbeit war es sehr leicht möglich, diese Trennungstücher zu beschädigen und zu durchstoßen, so daß eine Mischung der verschiedenen Partien vorkam und dadurch Differenzen für alle Beteiligten entstanden. Durch die Eigenart der pneumatischen Löschung, besonders mit den sogenannten Restdüsen, ist ein großer Teil dieser Schwierigkeiten gehoben.

Hieran anschließend gehe ich zu einigen Details der Duckhamschen Ausführungen über und gebe Ihnen in den Abb. 19, 20 u. 21 die verschiedenen Arten von Düsen.

**Größte und kleinste von Luther ausgeführte Pumpe.**

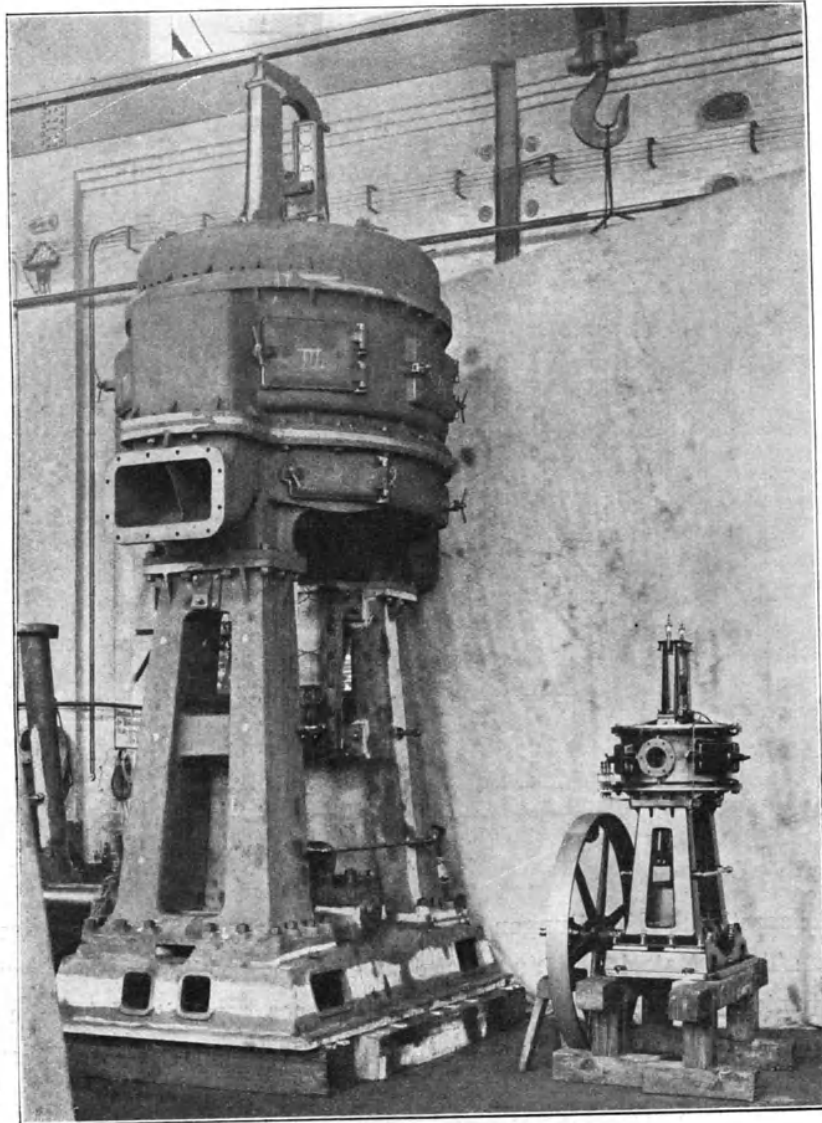


Abb 21 b.

Abb. 21 a zeigt eine Aufnahme, wie sich die Arbeit im Schiffsraum mit der Düse stellt. Abb. 21 b die größte und kleinste Ausführung der Pumpen



nach Luthers Normalien. Abb. 22 und 23 zeigen die seinerzeit von Duckham erfundenen biegsamen Rohre und die Ausführung, wie sie nunmehr von der Getreideheber-Gesellschaft in Hamburg eingeführt ist und die in der Herstellung sich ungefähr auf ein Viertel der Unkosten der ursprünglichen Duckhamschen Rohre stellt.

**Biegsames Rohr, Duckham.**

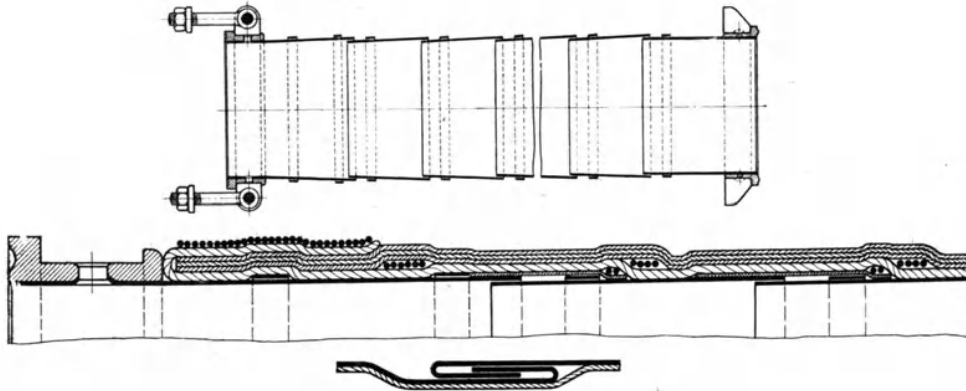


Abb. 22.

**Biegsames Rohr, jetzige Ausführung.**

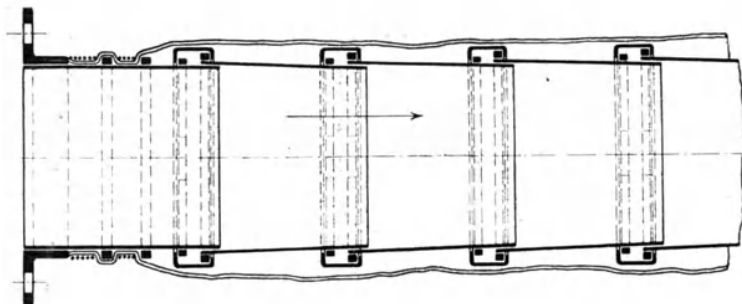


Abb. 23.

Theoretische Mitteilungen über Konstruktion und Abmessungen der einzelnen Teile, Materialien, aus denen die einzelnen Teile hergestellt werden, habe ich nicht zum Gegenstand meines Vortrages gewählt. Ich habe schon vorher erwähnt, wie der Kraftbedarf sich im Laufe der Zeit geändert hat. Der ungefähre Kraftverbrauch pro Tonne geförderten Getreides setzt sich wie folgt zusammen:

1. für Ansaugen 0,8 bis 1 PS,
2. für 30 m Förderung 0,25 PS,
3. 4 Krümmer von  $90^\circ$  sind einem Förderweg von 30 m gleich zu setzen, beanspruchen ebenfalls also 0,25 PS.

Diese Angabe bezieht sich hauptsächlich auf kleinere Leistungen und größere Förderwege. Bei den pneumatischen Schiffselevatoren mit größerer Leistung stellen sich diese Werte bedeutend günstiger und richten sich hauptsächlich nach der Größe der Fahrzeuge, der Art, Lage und Beschaffenheit des Getreides. Die Luftgeschwindigkeit schwankt je nach der Anordnung und Dimensionierung der Getreideförderleitung und der Art des zu fördernden Getreides. Bei horizontalen Leitungen ist eine größere Geschwindigkeit notwendig als bei vertikalen Rohrleitungen. Die Einwirkung des Getreidegewichtes während der Förderung in einer horizontalen Leitung wird naturgemäß die Förderung beeinträchtigen, weil das Getreide infolge seiner Schwere niederfällt und durch die Reibung an den Rohrwänden seine Geschwindigkeit verzögert wird. Durch entsprechend angeordnete Verengungen muß der Strom des Luft- und Getreidegemisches evtl. oft eine neue Beschleunigung erhalten. Luftmenge, Luftgeschwindigkeit und Unterdruck sind bei gleichen Rohrdimensionen voneinander abhängig, werden aber durch verschiedene andere Faktoren wesentlich beeinflusst, sei es, das Schüttgewicht des Getreides, die Form des betreffenden Getreidekorns, die Beschaffenheit seiner Oberfläche, der Konservierungszustand des Fördergutes, die Temperatur und der Feuchtigkeitsgehalt des betreffenden Fördergutes. Der volumetrische Wirkungsgrad der Luftpumpe schwankt je nach dem zu überwindenden Unterdruck und der Temperatur der Förderluft zwischen 84 und 92 °.

Als Antrieb für die Getreideheber wird in den meisten Fällen eine Compound-Dampfmaschine gewählt. Dieser Antrieb ist besonders günstig für solche Anlagen, wo verschiedene Sorten Getreide wechselweise gefördert werden müssen. Wie schon vorher erwähnt, sind bei der verschiedenen Schwere und Form des Getreides verschiedene Luftgeschwindigkeiten sowie verschiedener Unterdruck nötig, und dieser Wechsel läßt sich durch Verminderung der Umdrehungen am günstigsten bewerkstelligen. Ich möchte hier einschalten, daß wir mit den Getreidehebern der Getreideheber-Gesellschaft außer allen Arten von Getreide auch Ölsaaten, Rohreis (sog. Patty), Steinnüsse, Johannisbrot und Nußkohle gefördert haben.

Bei der Festlegung der Außenabmessungen des Schwimmkörpers der Getreideheber mußten außer den Stabilitätseigenschaften auch die erforderlichen Rücksichten genommen werden auf den Tiefgang und die Breite von Schleusen und Kanälen. Ferner auf den zur Verfügung stehenden Raum längs- und querschnitts der Schiffe, bei Anwendung von mehreren Hebern an einem Schiffe. Für die Stabilität war die Forderung zu stellen, daß die Heber bei jedem Wetter

200 Klock, Förderung von Körnergut im Luftstrom u. ihre Bedeutung für die Schifffahrt.

arbeiten und auch ohne Gefahr im Hafen und auf der Elbe verschleppt werden können. Die metazentrische Höhe der Getreideheber beträgt im voll ausgerüsteten Zustande mit Getreide im Rezipienten etwa 1,5 m. Hierbei ist ein gleichmäßiger seitlich wirkender Winddruck von 125 kg pro Quadratmeter

**Getreideheber auf dem Transport durch den Nordostseekanal.**

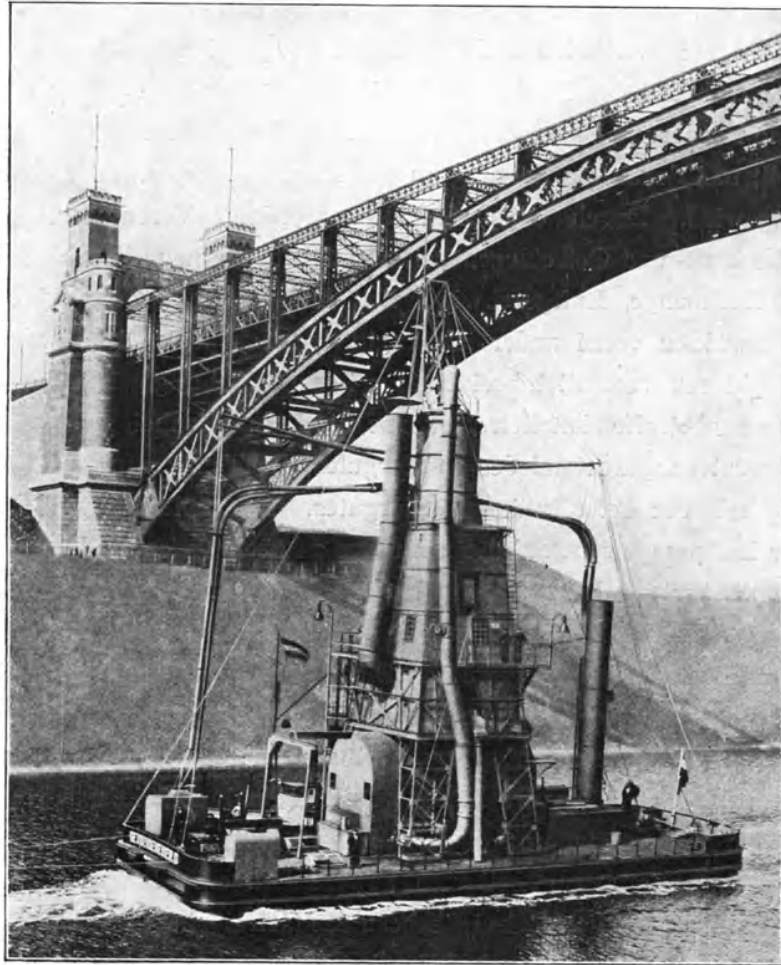


Abb. 24.

zugrunde gelegt worden. Die Neigung des Hebers beträgt bei diesem Winddruck  $14\frac{1}{2}^\circ$ , wobei der Freibord der eingetauchten Seite nur noch etwa 5 cm beträgt. Bei oberflächlicher Prüfung könnte es erscheinen, als ob die Stabilitätseigenschaften nicht genügten, jedenfalls aber recht knapp bemessen seien. Die vorliegenden langjährigen Erfahrungen mit einer großen Anzahl gleich-

artiger Heber haben jedoch bewiesen, daß die gewählten Dimensionen durchaus genügen, und es ist mir kein Fall bekannt, daß ein Heber infolge mangelhafter Stabilität gekentert wäre. Verschiedene Unfälle im Hafen von Rotterdam, die während der letzten zehn Jahre vorgekommen sind, waren alle auf Kollisionen und sonstige äußere Beschädigungen am Schiffskörper zurückzuführen.

**Brückenanlage im Hamburger Hafen.**

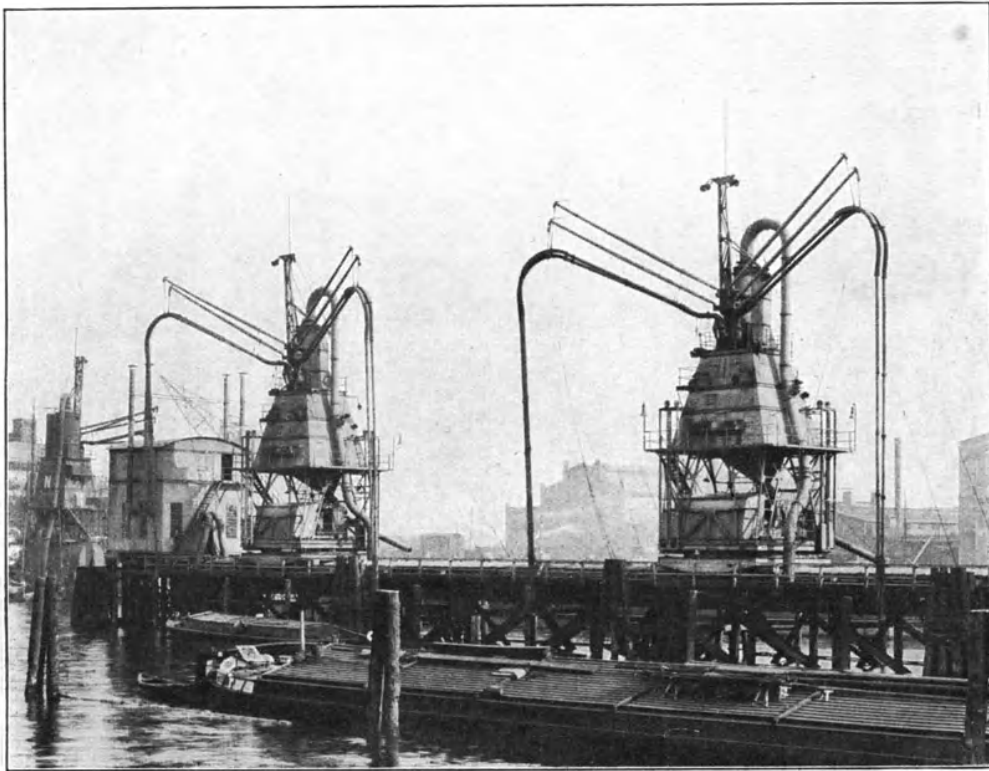


Abb. 25.

In Abb. 24 gebe ich Ihnen eine interessante Photographie, aufgenommen auf der Fahrt durch den Nordostsee-Kanal von Kiel nach Hamburg.

Wie sehr sich die pneumatische Entlöschung in den kontinentalen Einfuhrhäfen im Laufe der letzten zehn Jahre entwickelt hat, geht daraus hervor, daß im Hafen von Hamburg 16 schwimmende Getreideheber, im Hafen von Rotterdam 28, in Antwerpen 8 und in Le Havre 2 (größtenteils von Luther) für die Entlöschung der Seeschiffe beschafft worden sind. Dieselbe Art Getreideheber ist in Verbindung mit Speicheranlagen ebenfalls in verschiedenen Häfen

im Gebrauch; ich gebe Ihnen hierzu zuerst eine im Hamburger Hafen stehende, auch der Getreideheber-Gesellschaft gehörige Brückenanlage, Abb. 25, wo auf einer im Kuhwärder Hafen eingebauten hölzernen Brückenanlage zwei fahrbare Schiffselevatoren aufgestellt sind.

Ferner gebe ich Ihnen in Abb. 26 eine Anlage — vier fahrbare Apparate — die in Braake ausgeführt sind und nach Bedarf auf dem Kai hin- und her-

**Fahrbare pneumatische Anlage in Braake.**

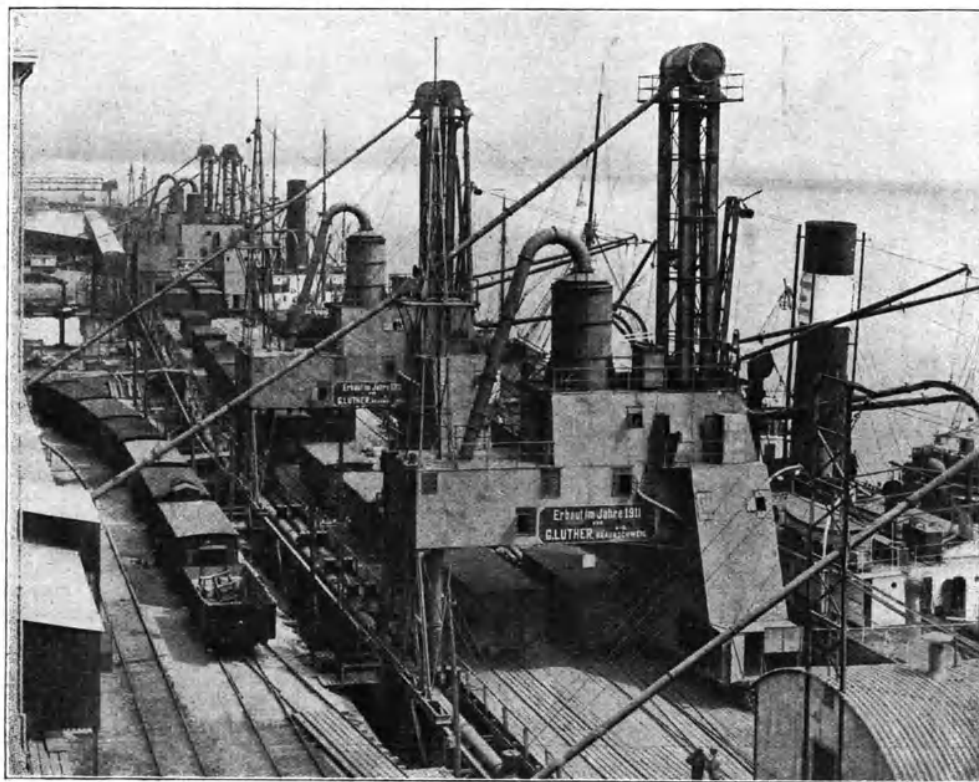


Abb. 26.

fahren, aus dem Schiff entnehmen und von dort das Entnommene entweder in die weiter zurückliegenden Speicher oder in Eisenbahnwaggons führen.

In Abb. 27 gebe ich Ihnen eine gleiche Anlage in Bergen, Geerdts Mayer. Ferner in Abb. 28 eine feststehende Anlage der Hamburger Getreidelagerhaus-Gesellschaft in Hamburg.

Wie sehr sich die Anwendung der pneumatischen Förderung bei Terrainschwierigkeiten eignet, bitte ich aus den nachstehenden Ab-

Anlage in Bergen.

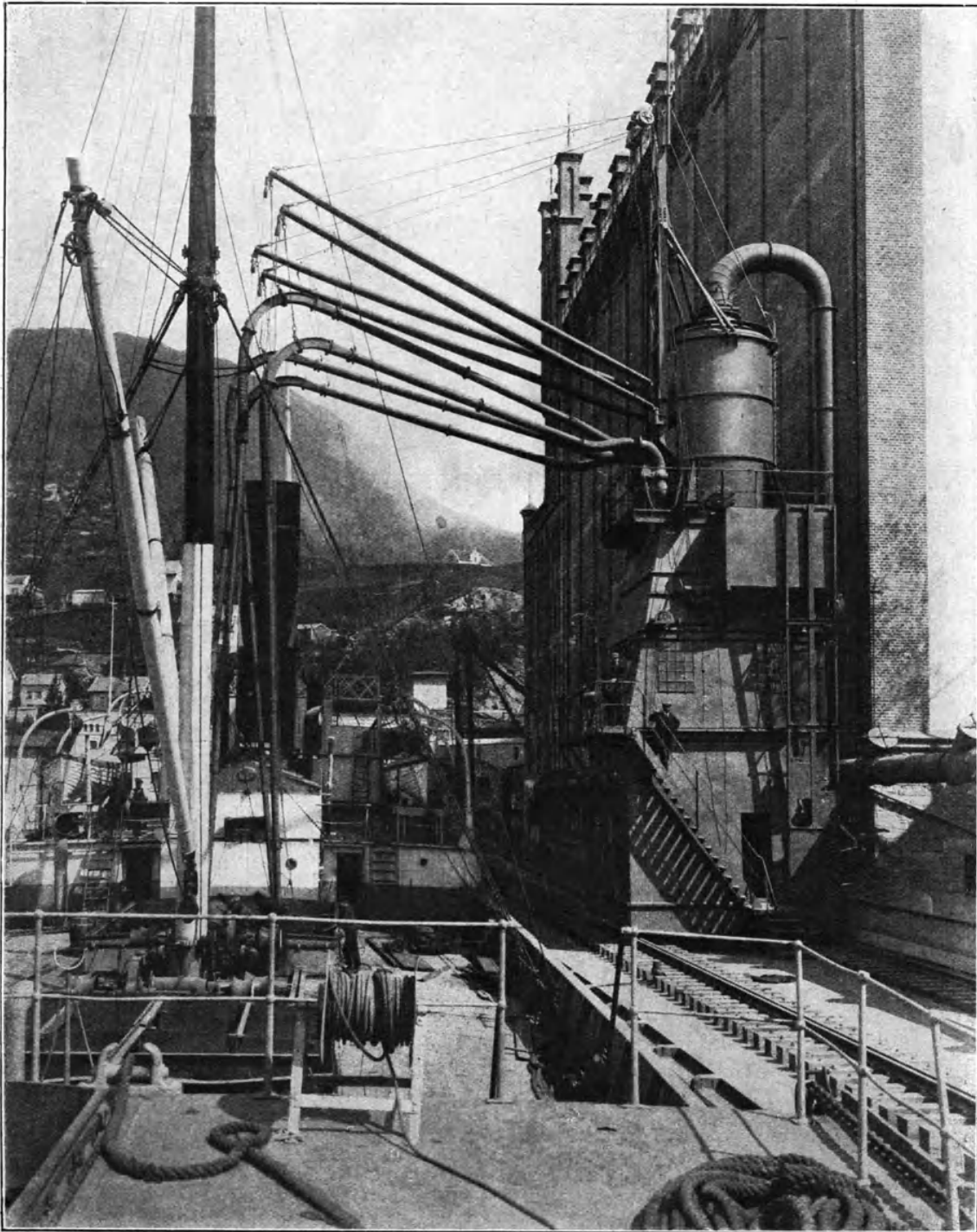


Abb. 27.

'204 Klock, Förderung von Körnergut im Luftstrom u. ihre Bedeutung für die Schifffahrt.

**Getreide-Lagerhaus-Gesellschaft, Hamburg.**

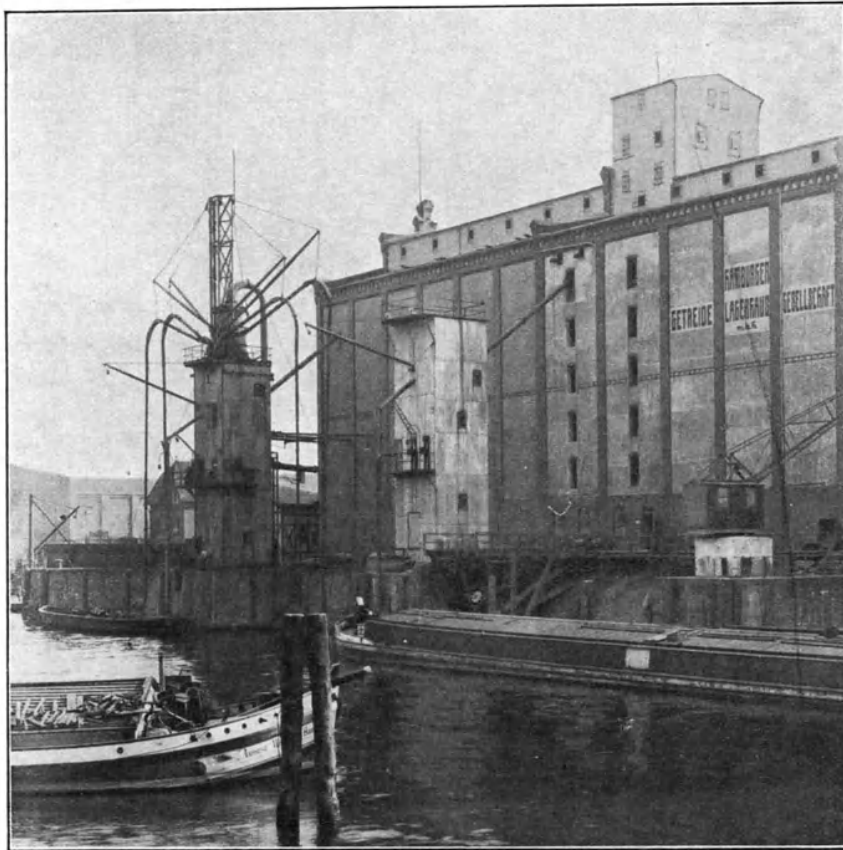


Abb. 28.

**Anlage Büttel an der Elbe.**



Abb. 29.

bildungen entnehmen zu wollen: Abb. 29 eine Anlage in Büttel a. d. Elbe, wo die Saugleitung über Deich, Weg und verschie-

**Anlage Piene, Drontheim.**

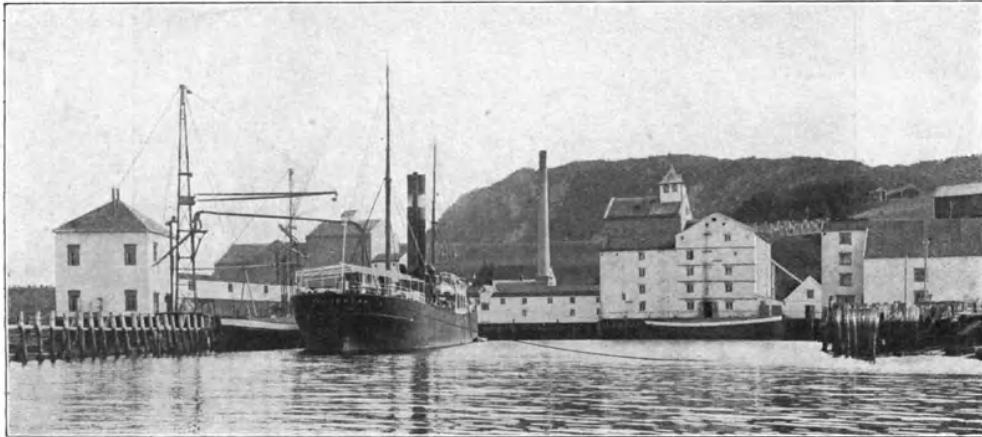


Abb. 30a.

**Anlage Pancsovar, Ungarn.**

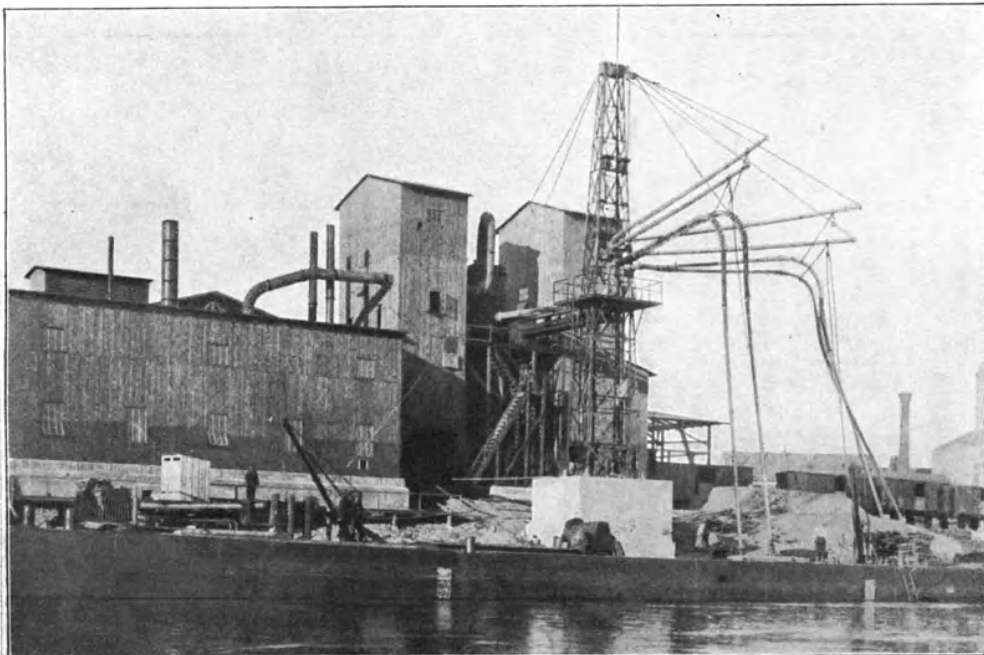


Abb. 30b.



**Entlöschung von unterirdisch geführtem Saugrohr.**



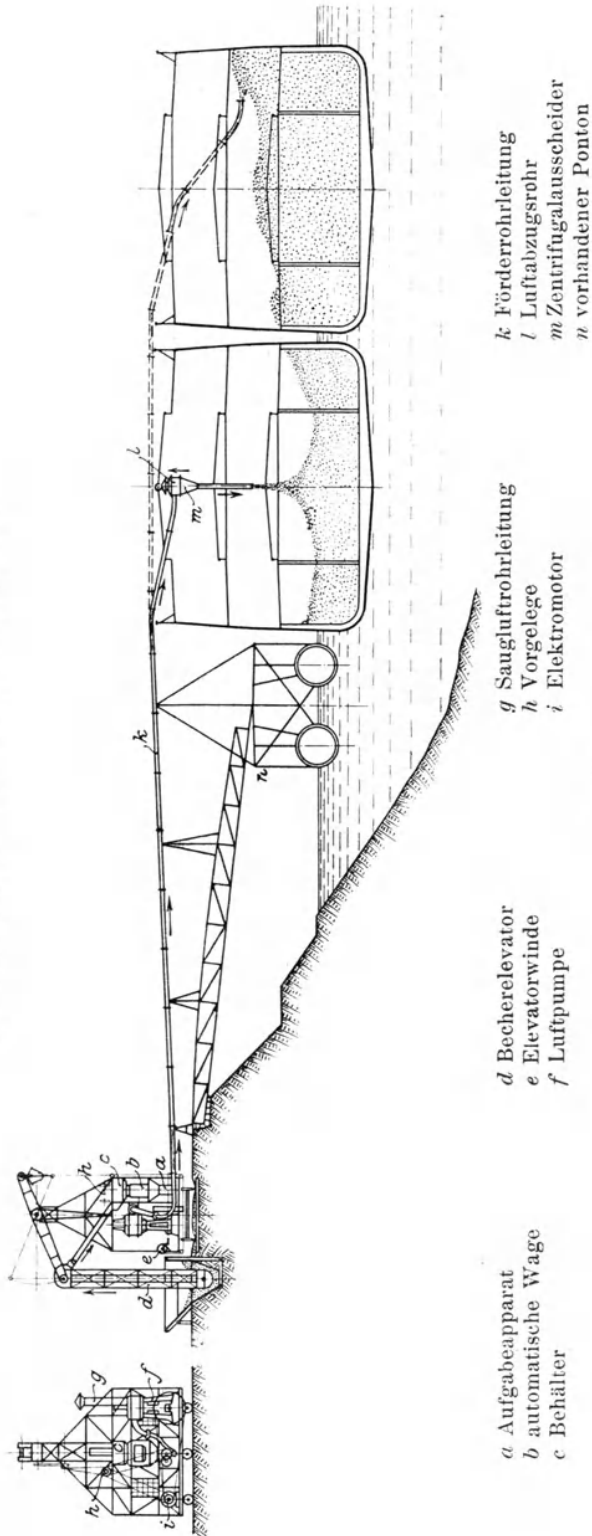
Abb. 31 a.

**Entlöschung von havariertem Dampfer.**



Abb. 31 b.

Anlage, wie im Hafen von Braila ausgeführt.



a Aufgabcapparat  
 b automatische Wage  
 c Behälter

d Becherelevator  
 e Elevatorwinde  
 f Luftpumpe

g Saugfuhrrohrleitung  
 h Vorgelege  
 i Elektromotor

k Förderrohrleitung  
 l Luftabzugsrohr  
 m Zentrifugalausscheider  
 n vorhandener Ponton

Abb. 32.

dene Gebäude hinweggeführt wurde, sowie Abb. 30 a: Anlage Piene in Drontheim, wo der Straßenverkehr am Hafen ungehindert bei der Entlöschung der Getreideschiffe vor sich gehen kann; Abb. 30 b: Anlage in Pancsovar, wie sie im Vorjahr durch die Z. E. G. für die Umladung des aus Rumänien auf der Donau beförderten Getreides in Eisenbahnwaggon zur Anwendung kam; Abb. 31 a gibt Ihnen ein Bild einer unterirdisch geführten Saugleitung, die das Getreide aus einem Kahn annimmt.

**Schiffsbeladungs-Anlage vermittelt Druckluft im Hafen von Braila.**

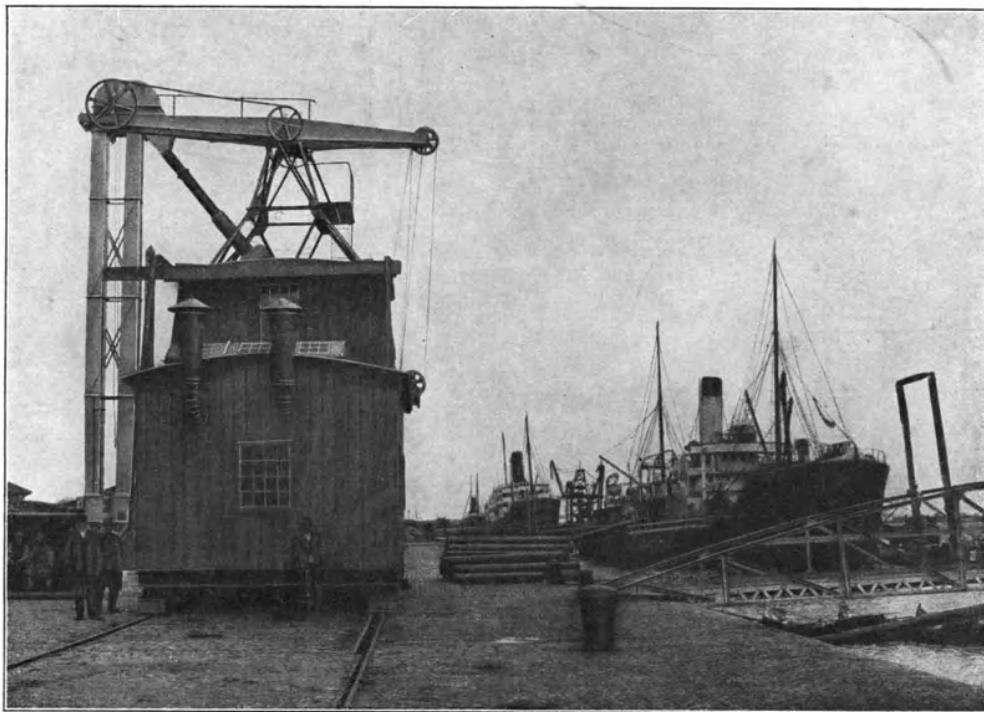


Abb. 33.

Sie sehen aus diesen Bildern, daß die verhältnismäßig einfache Führung der Förderleitung über Straßen, Höfe, Eisenbahngleise usw. oder Verlegung der Rohrleitung unter die Erde eine leichte Überwindung von Terrainschwierigkeiten gestattet, so daß die Anschaffungskosten einer pneumatischen Anlage im Verhältnis niedriger sind und im Verein mit dem geringen Personalbedarf für Bedienung und Wartung eine große Wirtschaftlichkeit der Anlage ergeben.

Bis jetzt habe ich die Entwicklung des Getreidehebers für die Entlöschung von Schiffen ausgeführt, und zwar lediglich von See- oder Fluß-

schiffen; jetzt komme ich dazu. Ihnen kurz etwas über die auf pneumatischem Wege erprobte Beladung von Schiffen mitzuteilen. Abweichend von der Entlössung von Schiffen geschieht die Beladung der Schiffe nicht durch Saugluft, sondern durch Druckluft.

**Anlage für Baumwollsaat, Thörl-Harburg a. d. Elbe.**



Abb. 35.

Ich gebe Ihnen in Abb. 32 und 33 eine Anlage, wie sie im Hafen von Braila ausgeführt ist.

Wie Sie aus der Projektzeichnung 32 ersehen, wird, genau wie auf Abb. 1, das Getreide in Säcken auf kleinen Wagen aus der Stadt an die An-

lageplätze der Dampfer herangefahren; die Säcke werden in den Trichter links entleert, das Getreide vermittelt eines Becherwerkes hochgehoben und über eine Wage in das Aufnahmeorgan des Druckluftstroms gebracht. Dieses Auf-

**Pneumatische Förderung von Gerste, Grün- und Darrmalz. Anlage Oschersleben.**  
(Querschnitt.)

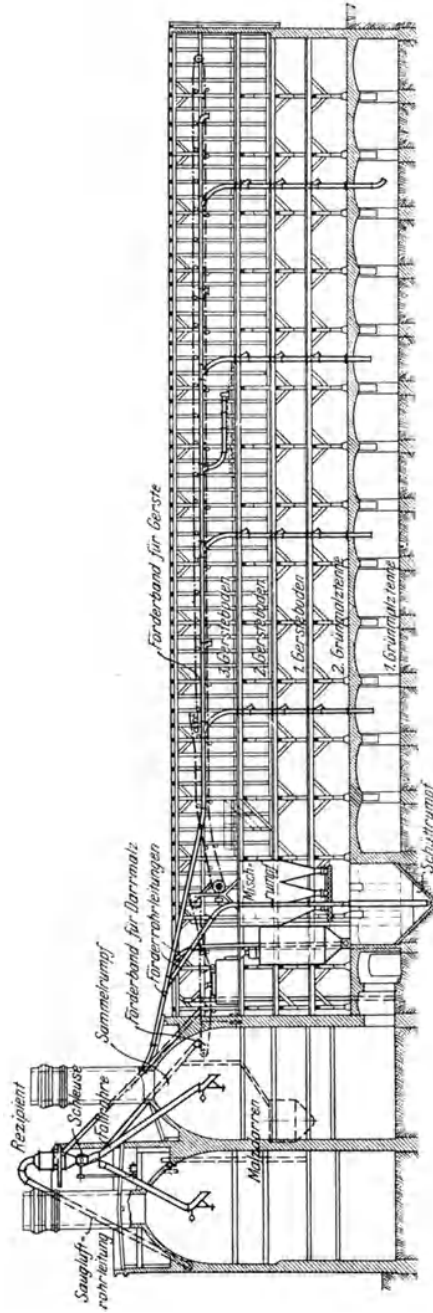


Abb. 36.

nahmeorgan besteht aus einem Zellenrad; die Luftpumpe, ebenfalls in dem fahrbaren Gehäuse des Elevators aufgestellt, ist elektrisch angetrieben, und das Getreide wird durch je nach Bedarf zu verlegende Rohrleitungen direkt in den Schiffsraum hineingeblasen, wobei evtl. zur Aufhebung der Geschwindig-

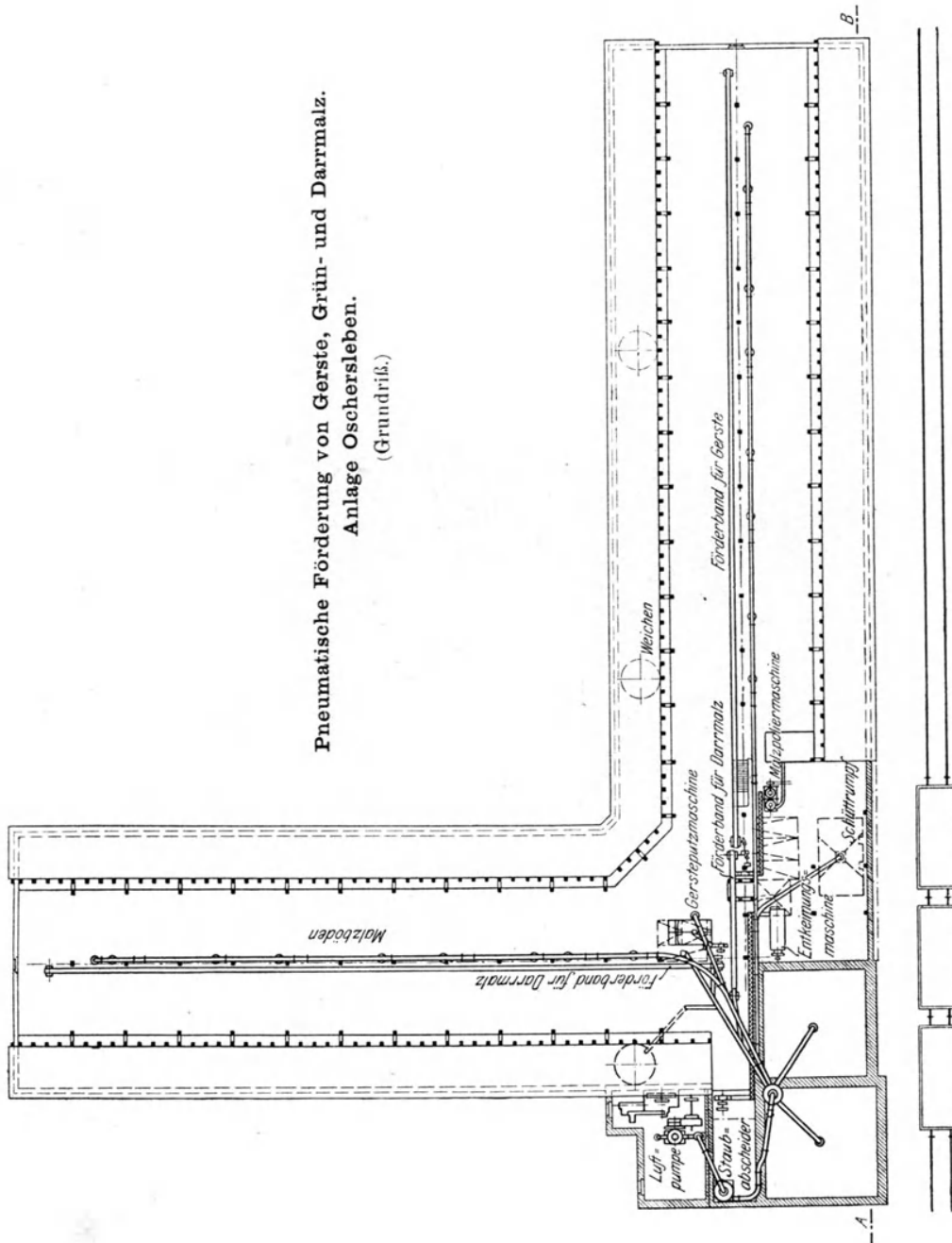


Abb. 37.

keiten und zur Vermeidung von Staubentwicklung geeignete Rezipienten, wie Sie ebenfalls aus der Abbildung ersehen. in den Schiffsraum hineingehängt und zwischengeschaltet werden.

Die Verladungen des Getreides im Asowschen Meere unterliegen großen Schwierigkeiten dadurch, daß größere Seeschiffe nicht an die Stapelplätze Rostow und Taganrog herankommen können, weil nämlich die Wassertiefen des Don an der Mündung in das Asowsche Meer nicht derartig sind, resp. der Flußlauf noch nicht derartig reguliert ist, daß größere Seeschiffe direkt

**Förderung von Grünmalz von der Tenne.**

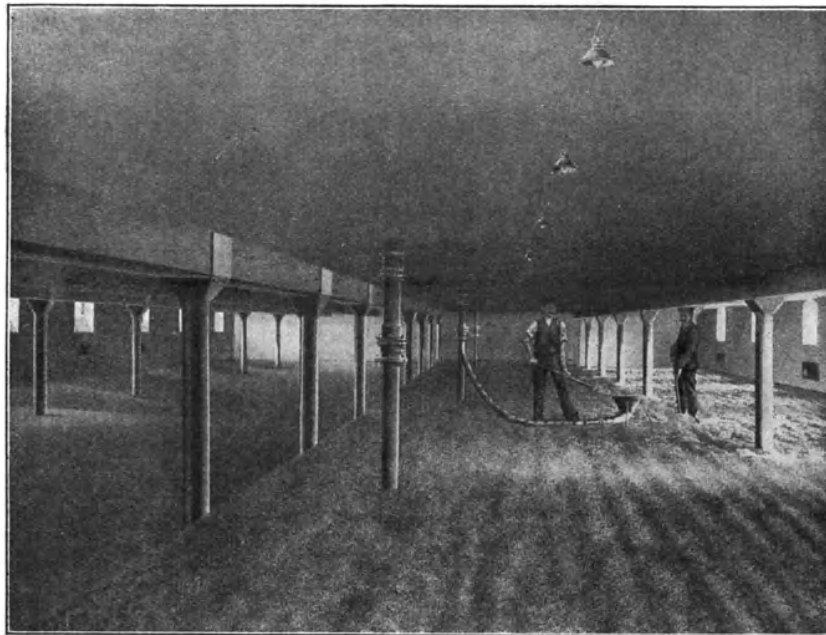


Abb. 38.

bis an die Stapelplätze der auf dem Don herabkommenden Getreidezufuhren herankommen können. Das Getreide muß daher an diesen beiden erwähnten Orten in größere Leichter geladen werden, um dann den auf der Reede liegenden Schiffen zugeführt und dort vermittelt der Hand übergeladen zu werden. Ebenso muß das Getreide, das in den leicht gebauten Flußfahrzeugen den Don herabkommt, in die für die offene Seereede geeigneten Leichter umgeladen und dann auf die Seereede geschleppt werden.

Diese schwierige und zeitraubende Ladeweise veranlaßte mich, das Projekt eines seetüchtigen Getreidehebers auszuarbeiten, das ich Ihnen in

Abb. 34 vorführe, und zwar ist hier Saug- und Druckluftsystem angewandt. Während vermittelst Saugluft das Getreide aus dem Leichter auf den Heber übernommen wird, wird es durch Druckluft direkt in das zu beladende Schiff weiter gefördert. Die Pumpenanlage arbeitet somit kombiniert, einmal durch Saug-, einmal durch Druckluft, und bei Leerlauf der Pumpe dient die Antriebsmaschine der Luftpumpe als Antrieb für das Schiff.

Fast parallel mit der Entwicklung der großpneumatischen Anlagen laufen die kleinpneumatischen. Zuerst auch nur für den Transport von Ge-

#### Förderung von Boden.

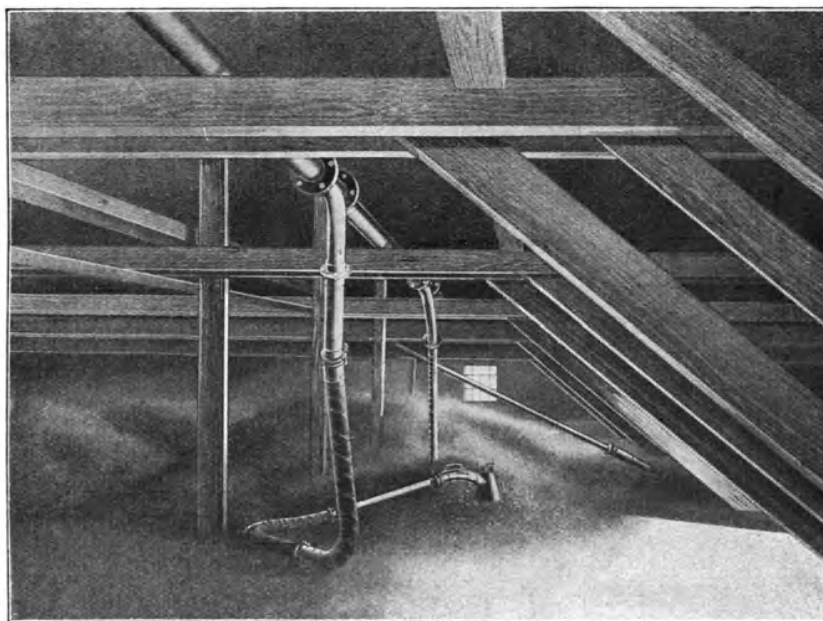


Abb. 39.

treide verwendet, wurden bald pneumatische Förderungen von anderen körnigen Schüttgütern versucht und auch erfolgreich durchgeführt, so daß heute pneumatische Transportanlagen für Ölsaaten und Baumwollsaaten, rohe Kaffeebohnen, Malz, Grünmalz, Salze, Kohlen, Asche und neuerdings auch Gichtstaub in vielen industriellen Werken im Betrieb sind. In Abb. 35 gebe ich Ihnen solche Anlagen für Baumwollsaat, wie sie die Ölfabriken von Thörl in Harburg eingerichtet haben.

In den Abb. 36, 37, 38, 39 gebe ich Ihnen die Zeichnung einer pneumatischen Anlage für Malz, Gerste und Grünmalz in einer großen Mälzerei in Oschersleben.



Die pneumatische Förderung von Salzen, sofern sie nicht stark wasserhaltig oder hygroskopisch sind, bietet keine Schwierigkeiten, wie eine Anzahl von der Firma Luther ausgeführte Anlagen für Chlorkalium beweisen, die

Anlage für Gichtstaub.

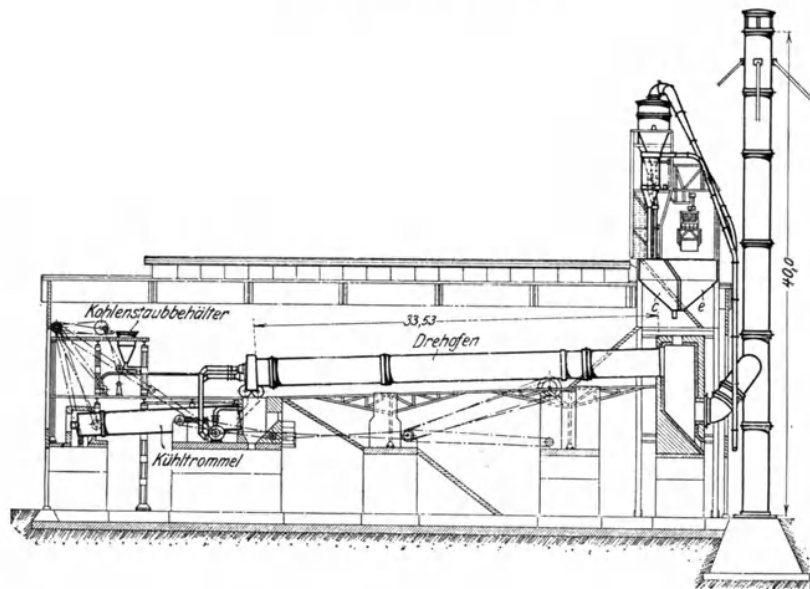


Abb. 40a.

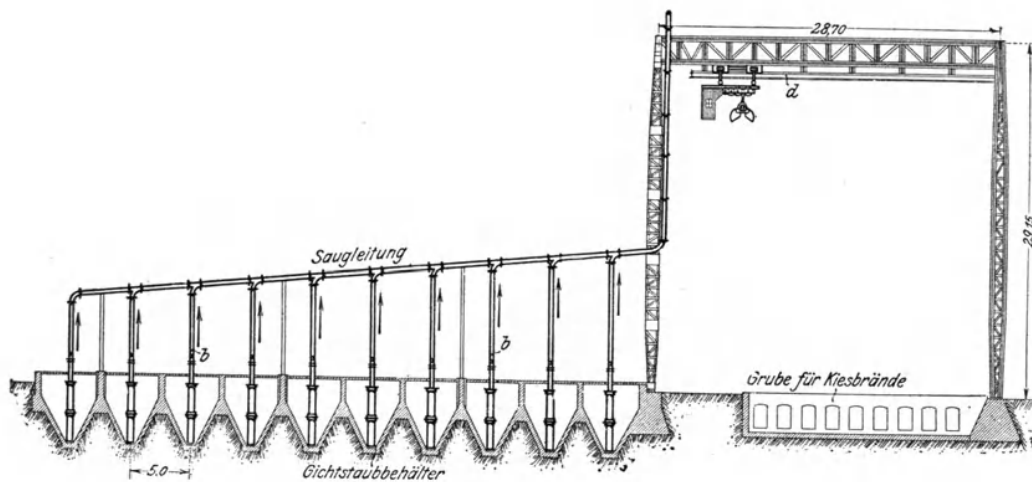


Abb. 40b.

hauptsächlich den Transport der Ware von dem Fabrikraum nach dem Lagerplatz oder vom Lagerplatz nach der Verladestation bewirken. Eine Gichtstaubförderung, wie sie bei der „Guten Hoffnung“-Hütte ausgeführt worden

ist, gebe ich Ihnen in den nachstehenden Abb. 40, einer Arbeit des Herrn Ingenieur Groecke entnommen:

In neuerer Zeit ist man dazu übergegangen, die Flugasche aus den Rauchkanälen größerer Kesselanlagen abzusaugen und nach dem Verlade-

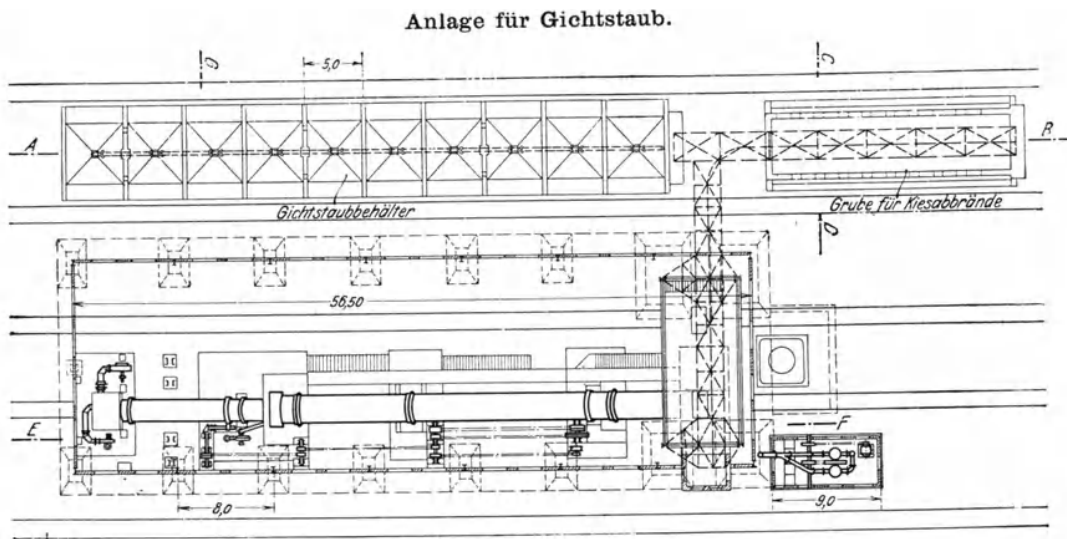


Abb. 40c.

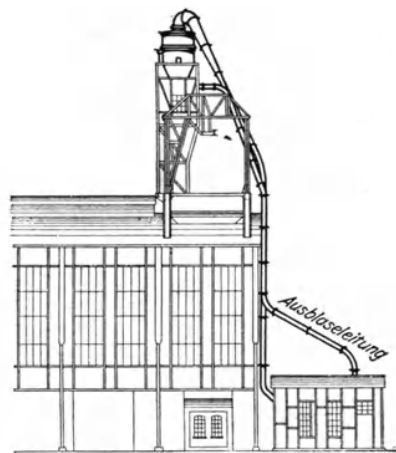


Abb. 40d.

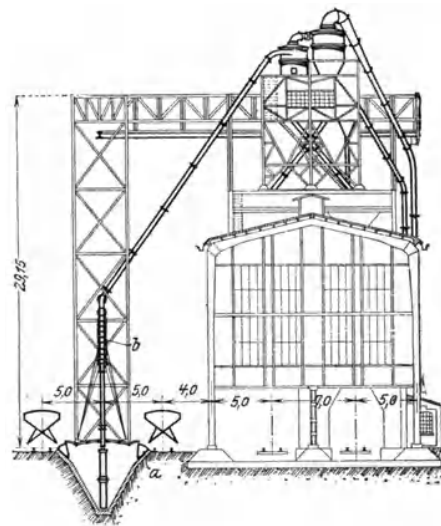


Abb. 40e.

platz zu transportieren. Die richtige Anordnung einer pneumatischen Flugaschentransportanlage gestattet das Absaugen der Flugasche während des Betriebes ohne Staubbelästigung der Arbeiter, das sowohl in wirtschaftlicher

als auch gesundheitlicher Hinsicht einen großen Vorteil für Werk und Arbeiter bietet. An der Abgabestelle wird durch Berieselung der abgegebenen Asche ebenfalls die Staubentwicklung vermieden.

Zum Schluß meiner Ausführungen komme ich auf die Förderung von Kohlen im Luftstrom. M. E. wird die Förderung im Luftstrom durch ihre Eigenschaft, Terrainschwierigkeiten zu überwinden, besonders geeignet sein, für die Schiffsbewirtschaftung hervorragende Dienste zu leisten. So bin ich der Ansicht, daß sowohl die Beschickung der Heizräume aus Kohlenbunkern

**Pneumatische Braunkohlenförderanlage der Deutschen Solvaywerke zu Bernburg.**

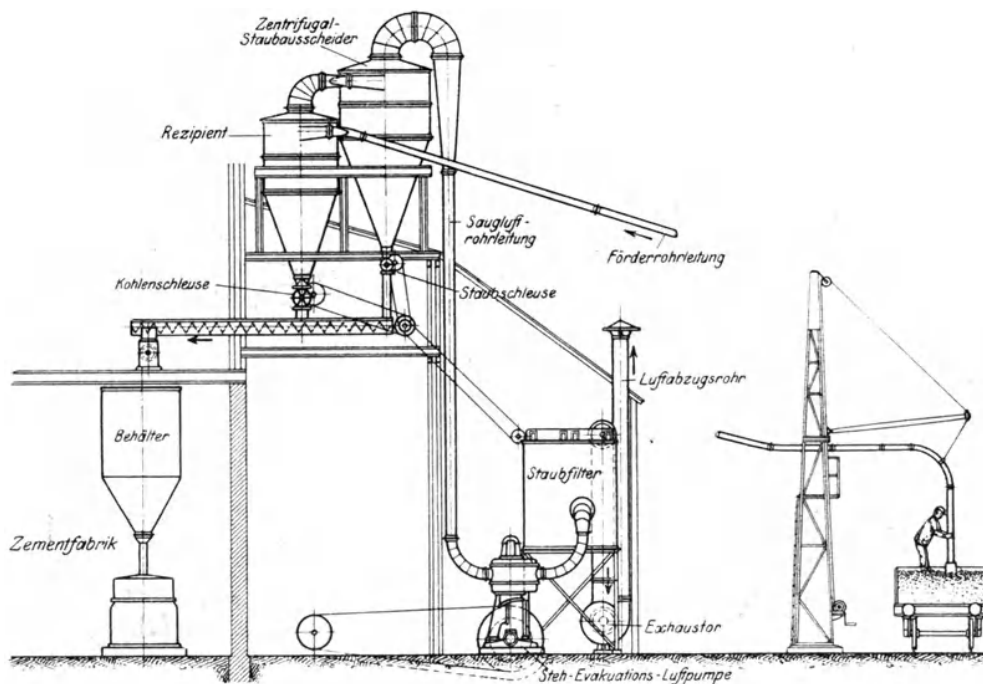


Abb. 41.

als auch das Füllen der Bunker sich im Luftstrom ausführen läßt. Ich hatte gehofft, Ihnen mit diesem Vortrage abschließende Resultate über diesbezügliche Versuche vorführen zu können, muß dies aber auf einen späteren Termin verschieben und mich damit begnügen, kurz zu erwähnen, was auf diesem Gebiete bis jetzt schon geleistet ist. Trockene Kohlen bis Wallnußgröße fördert man heute aus Schiffen, Waggons nach dem Lagerplatz und von dort nach den Kesselhäusern. Aber auch Kohlenzechen können den pneumatischen Transport der Kohlen von der Separation nach der Verladestation oder dem Lagerplatz mit Vorteil verwenden.

Als Beispiel gebe ich Ihnen in Abb. 41 eine Anlage, wo Braunkohlen aus Waggons gefördert werden und für weitere Verwendungszwecke über Terrainschwierigkeiten hinweg in einer bestimmten Art zur Ablieferung kommen. Es handelt sich bei diesem Werke aber um zerkleinerte Kohlen. Vor dem Kriege sind, soviel ich unterrichtet bin, bei verschiedenen Schifffahrtsgesellschaften Anlagen ausgeführt worden, die den Transport der Bunkerkohlen, d. h. Förderkohlen, wie sie aus der Zeche gekommen sind, aus dem Bunker in den Heizraum ausführen. Es ist bei diesen Anlagen das Saugluftsystem in Anwendung gebracht. Wenn auch die Versuche mit diesen Anlagen infolge des Krieges nicht zu einem Abschluß gelangt sind, so sind die Erfahrungen, die auf diesem Gebiete gesammelt worden sind, bis jetzt m. E. durchaus nicht ermutigend. Die Hauptursache dafür liegt wohl darin, daß das Aufnahmeorgan, die Düse, sich bei der Eigenart der Förderkohle in ihrer Mischung von Stücken und Grus für die Aufnahme in den Luftstrom nicht bewährt hat. Häufige Verstopfungen der Rohrleitungen haben Betriebsstörungen ergeben, und zudem wird als Hauptnachteil weiter angeführt, daß die geförderte Kohle durch den Prozeß zu sehr zerkleinert wird und somit für die Beschickung der Feuer ungeeignet im Heizraum anlangt. Der relativ geringe Durchmesser der Rohrleitungen veranlaßt ja an sich schon vor der Aufnahme in den Luftstrom eine gewisse Zerkleinerung der Stückkohle, um den Querschnitt der Rohre überhaupt passieren zu können. Ich bin der Annahme, daß die größten zur Verfügung stehenden Rohre etwa 150 mm waren. Immerhin erachte ich die Versuche auf diesem Gebiet, wie schon vorher gesagt, durchaus nicht als abgeschlossen und glaube bestimmt, daß man in Kürze, ganz besonders für das Füllen der Kohlenbunker aus Leichter oder Verladeplatz sowie auch für die Beschickung des Heizraumes aus Kohlenbunkern für die Schifffahrt nutzbringende Resultate erzielen wird.

---

### Erörterung.

Herr Marine-Oberbaurat Krell:

Meine Herren, der Vortragende hat uns die Vorteile der pneumatischen Förderung für die Bewegung von kornförmigen Massengütern geschildert, insbesondere die große Anpassungsfähigkeit, die diese Fördermethode bei Terrainschwierigkeiten und vor allen Dingen auch bei wechselnden Raumverhältnissen bietet. Es ist daher kein Zweifel, daß es sehr Verlockendes für sich hat, diese Methode auf die Förderung der Kohle in die

Bunker und vor allen Dingen auch auf die Förderung der Kohle von den Bunkern vor die Feuer zu benutzen.

Die Vorteile, die diese bieten würde, brauche ich wohl nicht näher auszuführen. Ich möchte nur hervorheben, daß die Vorteile für die Kriegsmarine noch erheblich größere wären als für die Handelsmarine. Bei der Handelsmarine sind es überwiegend ökonomische Vorteile: Verkürzung der Liegezeit in den Häfen durch Verkürzung der Bekohlungszeiten und Ersparnis an Kohlentrimmern. Bei der Kriegsmarine kommen zu den selbstverständlich ebenso vorhandenen ökonomischen Vorteilen wesentliche Vorteile auf militärischem Gebiet. Die Kohlenbunker sind auf Kriegsschiffen aus Sicherheitsgründen viel weiter unterteilt, liegen auch zum Teil erheblich ungünstiger, so daß gerade das Kohlentrimmen aus den Kohlenbunkern vor die Feuer einen erheblichen Teil der Schiffsbesatzung beansprucht, sobald auf hohe Fahrtstufen gegangen werden soll. Weiterhin ist eine ganze Anzahl von Bunkern als sogenannte Schutzbunker eingerichtet, d. h. sie dürfen im Gefecht oder bei Fahrten mit Sicherung überhaupt nicht in direkte Verbindung gebracht werden mit dem vitalen Teil des Schiffes. Diese Kohlen sind also unter diesen Verhältnissen, welche meist hohe Fahrtstufen verlangen, nicht erreichbar oder müssen auf sehr großem Umwege getrimmt werden. Es wäre daher ein außerordentlicher Fortschritt, wenn es möglich wäre, durch die verhältnismäßig kleinen Rohre der pneumatischen Förderung — das sind Rohre von etwa 125 bis 250 mm Durchmesser — Kohle aus den Bunkern vor die Feuer zu fördern.

Die Marine hat daher die Versuche, die der Herr Vortragende erwähnte, mit großem Interesse verfolgt. Leider kann ich auch nur dasselbe wiederholen: es haben die Versuche bisher einen vollen Erfolg noch nicht gehabt.

Ausgerüstet waren kurz vor Ausbruch des Krieges, soweit mir bekannt, drei große Hamburger Dampfer mit dieser Einrichtung: „Kikoma“ von der Deutsch-Ostafrika-Linie, „Kap Trafalgar“ von der Hamburg-Südamerika-Linie, „Badenia“ von der Hamburg-Amerika-Linie.

Von diesen Dampfern ist „Kap Trafalgar“ bald nach Beginn des Krieges verloren gegangen und bei den beiden anderen Dampfern ergaben sich so viele Schwierigkeiten und Betriebsstörungen, daß von der weiteren Erprobung der Einrichtung nach einigen Fahrten Abstand genommen wurde. —

Die kontraktlichen Förderleistungen an sich sollen im allgemeinen erreicht worden sein, dagegen ergab der laufende Betrieb eine Reihe von schweren Betriebsstörungen.

Die Anlagen bestanden ganz ähnlich, wie sie hier bei der Braunkohlenförderanlage von dem Herrn Vortragenden dargestellt wurde, aus einer Kolbenluftpumpe, welche die Luft aus dem Förderrohrsystem ansaugt. Vor der Luftpumpe war ein Naßfilter nach Art der bekannten Skrubber eingeschaltet, sowie ein Wassersammler, um sowohl den Kohlenstaub als auch das zum Auswaschen des Kohlenstaubes benutzte Wasser fernzuhalten. Die Kohle wurde durch Rohre von etwa 125 mm I. Ø gefördert und zum Ansaugen Düsen benutzt, welche ganz ähnlich aussahen, wie die heute vorgeführten. Der Luftstrom führte die Kohle durch die Förderrohre in die Rezipienten, welche in den Heizräumen möglichst hoch vor den Feuern angebracht waren. In diesen Rezipienten verringert sich infolge des großen Querschnittes die Luftgeschwindigkeit soweit, daß die Kohle sich hier ablagert. Nur der Kohlenstaub wird natürlich noch weiter angesaugt und durch den bereits erwähnten Naßfilter abgefangen. Aus dem Rezipienten stürzte die Kohle durch einfache Fallrohre, welche durch Schieber abschließbar waren, vor die Feuer.

Als Hauptübelstand erwies sich, wie ja auch zu erwarten war, daß unsere normale Förderkohle sich für die pneumatische Förderung natürlich nicht im entferntesten so gut eignet, wie andere Massengüter von gleichmäßiger Korngröße. Die Förderkohle besteht

aus Stücken von verschiedenster Größe bis herab zum feinsten Staub. Es mußte daher an der Düse dauernd ein Mann arbeiten, um die Kohlen genügend zu zerkleinern, da nur Stücke bis gut Faustgröße gefördert werden können.

Infolge der auch bei Frachtdampfern beschränkten Raumverhältnisse konnten ferner die Krümmungen der Rohrleitungen nicht so groß ausgeführt werden, wie es für eine möglichst glatte Förderung erwünscht ist. Die verhältnismäßig kleinen Krümmer zum Richtungswechsel der Rohre ergaben erhebliche Nachteile. Die Kohlen wurden in den geraden Rohrsträngen bis auf ziemlich hohe Geschwindigkeit beschleunigt und stießen dann in den Krümmern mit großer Heftigkeit an die äußeren Wandungen und wurden hierbei soweit zerschlagen, daß der größte Teil der Kohlen als Kohlengruß vor den Feueröfen landete. Ferner wurden die Krümmer in vielen Fällen in ähnlicher Weise durchgeschliffen, wie es bei den bekannten Aschejektorkrümmern stattfindet.

Versuche zur Abhilfe mit Krümmern aus verschiedenem Material — es sollen, soweit mir bekannt, Krümmer mit Porzellaneinlage unter anderem versucht worden sein — sollen nicht zum Ziele geführt haben. Mehrfach sollen auch vollkommene Verstopfungen der Rohrleitungen eingetreten sein.

Das Gesamtergebnis ist jedenfalls, daß die Anlagen, wenn sie wirklich bordreif werden sollen, noch einer ganzen Reihe von Abänderungen und Verbesserungen zur Überwindung der vorstehend genannten Betriebsschwierigkeiten unterworfen werden müssen.

Aber auch bei weiterer Vervollkommnung der Förderanlagen erscheint es mir zweifelhaft, ob wir mit unserer gewöhnlichen Förderkohle auf Erfolg hoffen können. Die Förderkohle mit ihrer ganz verschiedenen Stückgröße und meist erheblichem Grußgehalt sowie der geringen Widerstandsfähigkeit gegen Zerschlagen ist jedenfalls ein äußerst schwieriges Material für die pneumatische Förderung. Ganz anders würden die ganzen Verhältnisse liegen, wenn es in der Zukunft möglich werden sollte, für Schifffahrtzwecke nur aufbereitete, das heißt auf bestimmte Korngröße gebrochene und gewaschene Kohlen zu verwenden. Derartige Kohle ist einmal erheblich widerstandsfähiger, so daß die Gefahr der Grußbildung viel geringer wird und andererseits ist ihre Förderung, soweit mir bekannt, mit pneumatischen Förderanlagen ohne weiteres möglich.

Voraussetzung hierfür ist leider eine erhebliche Umstellung in der Kohlenindustrie; immerhin sind die Vorteile groß genug, daß weitgehende Versuche in dieser Richtung empfehlenswert erscheinen. Die bei Aufbereitung der Kohle entfallene Feinkohle könnte im übrigen auch für Schifffahrtzwecke voll brauchbar gemacht werden durch Verarbeitung zu Briketts. In Frage kommen hierfür selbstverständlich nicht die bekannten großen Briketts, sondern die kleinen Briketts. Mit derartigen kleinen Briketts sind früher in der Form von Eierbriketts umfangreiche Versuche gemacht worden, welche jedoch aus verschiedenen Gründen keine besonderen guten Resultate ergeben haben. Dagegen sind neuerdings umfangreiche Versuche mit den sogenannten Würfelbriketts gemacht worden — dies sind Briketts in Würfelform mit nur etwa 7 cm Kantenlänge —, welche sehr günstige Resultate bezüglich Verhalten in unseren Kesselfeuerungen ergeben haben. — Die Förderung derartiger kleiner Briketts auf pneumatischem Wege wäre ebenfalls ohne weiteres möglich, sofern die Festigkeit derselben für die unvermeidlichen Beanspruchungen ausreicht. Jedoch dürfte sich die letztere Frage wahrscheinlich lösen lassen.

Eine erfolgreiche Lösung des ganzen Kohlentransportes an Bord erscheint mir daher nur aussichtsreich, wenn auch die Kohlenindustrie Hand in Hand arbeiten würde mit den Firmen, welche Förderungsanlagen entwickeln.

Der Einbau derartiger Anlagen an Bord der Kriegsschiffe würde selbstverständlich noch erheblich größere Schwierigkeiten bieten als auf Handelsschiffen, weil die Räume an Bord der Kriegsschiffe erheblich enger, die Unterteilung viel weitgetriebener ist. Die Durchführung der

Rohre in ihren Krümmungen, die nicht unter ein gewisses Maß kommen dürfen und ebenso die Unterbringung der Luftpumpe und der übrigen Apparate wird sich sicherlich nicht einfach gestalten, auch die Mehrgewichte für den Einbau derartiger Anlagen werden ziemlich erheblich werden. Alles dieses würde jedoch in Kauf genommen werden können, wenn es tatsächlich gelänge, einwandfrei mit Rohren 125—200 mm  $\varnothing$  Kohlen aus den Bunkern bis vor die Feuer zu fördern.

Erwähnen möchte ich noch, daß die mechanische Aufbereitung der Kohlen allerdings nicht die ideale Lösung darstellt. Restlos gelöst wird die ganze Frage erst, wenn die chemische Aufbereitung allgemein eingeführt werden könnte, das heißt, wenn die Kohlen möglichst an der Erzeugungsstelle durch Verkokung in Gas, flüssige Brennstoffe und Koks zerlegt würde und die flüssigen Brennstoffe ganz oder überwiegend für die Schifffahrt reserviert werden könnten. Bis zu diesem Ziele müssen aber noch so viele verschiedene Interessen großer Industriezweige ausgeglichen werden, daß es sehr zweifelhaft erscheint, ob wir überhaupt dazu gelangen werden. Jedenfalls wird es noch sehr lange dauern, und bis dahin haben wir immer wieder mit der Kohle und ihrem schwierigen Transport an Bord zu rechnen.

Es wäre daher sehr erfreulich, wenn der heutige Vortrag eine Anregung bilden würde für alle beteiligten Kreise, nicht zuletzt für unsere Kohlenindustrie, der Frage des mechanischen Transportes der Kohle an Bord der Schiffe näherzutreten und sie zur vollen Lösung zu bringen. (Lebhafter Beifall.)

Herr Ingenieur Klock - Hamburg (Schlußwort):

Meine Herren! Die Ausführungen des Herrn Marine-Oberbaurat Krell über die Förderung von Kohle im Luftstrom und über die hierbei erzielten Resultate sind so außerordentlich gründlich und glänzend darstellend, daß ich dem Herrn Oberbaurat hierfür meinen Dank aussprechen möchte. Der Zweck der Schlußbemerkung meines Vortrags, die Aufmerksamkeit und das Interesse der Versammlung und der beteiligten Kreise auf die Förderung von Kohle im Luftstrom zu richten, und Anregung für weitere Versuche auf diesem Gebiete zu geben, ist somit voll und ganz erreicht. Wie schon vorher erwähnt, geht meine Ansicht dahin, daß eine Förderung mit Saugluft nicht zu dem erwünschten Ziel führen wird. Ich habe alle die Erfahrungen und Resultate auf diesem Gebiete, soweit es mir mit meinen Verbindungen möglich war, verfolgt. Ich selbst glaube, mir durch jahrelange Erfahrung als Marine-Ingenieur in leitender Stellung auf großen Panzerschiffen, allerdings alter Konstruktion, und großen Handelsschiffen, auch neuester Konstruktion, die nötige Urteilsfähigkeit geschaffen zu haben über alle Vorbedingungen für die Beköhlung, d. h. das Füllen der Bunker bei bestmöglicher Raumausnutzung sowie die Beschickung des Heizraums aus den Bunkern. Ich kann meine Ansicht nur nochmals zum Ausdruck bringen, daß dies zweckmäßig mit Druckluft zu erreichen ist, und zwar bei Förderkohlen unter Anwendung von Brechwerkzeugen in kleiner gedrängter Ausführung, verbunden mit Aufnahmeorgan sowie zentral aufgestellter Druckpumpe oder Gebläse und den dazugehörigen Rohrleitungen. Der Rezipient im Heizraum fällt fort, und die Kohle kann von den Bunkern auf kürzestem Wege direkt vor die Feuer geblasen werden. Es bedarf natürlich hierfür noch weitgehender Versuche, ehe man an eine große Anlage herangeht. Ich habe mit der Maschinenfabrik und Mühlenbauanstalt G. Luther, A.-G., Braunschweig, zusammen derartige Versuche schon verabredet und nach Möglichkeit auch ausgeführt. Infolge des Krieges sind wir jedoch durch Mangel an Konstruktionspersonal und auch, da die für die Versuche nötige Kohle in größerer Menge nicht zur Verfügung steht, nicht dazu gekommen, größere allgemeine Versuche auszuführen. Bei Anwendung von aufbereiteter Kohle, wie der Herr Oberbaurat sie in weiter Ferne liegend in Aus-

sicht stellt, wäre m. E. die Ausführungsmöglichkeit vollständig gesichert. Ich hoffe, daß, wenn meine vorherige Anregung Veranlassung gibt, daß eventuell das Reichsmarineamt oder andere beteiligte Kreise sich an diesen Versuchen beteiligen werden, wir in Kürze sehr gute Resultate erzielen werden. (Lebhafter Beifall.)

Der Vorsitzende, Herr Geh. Regierungsrat Professor Dr.-Ing. Busley:

Meine Herren, Herr Klock hat uns eine wohlabgerundete Schilderung über die Entwicklung der Getreideheber gegeben. Für uns bemerkenswert ist die allmähliche Ausbildung derartiger Einrichtungen für die Kohlenförderung an Bord. Da uns das Gebiet der Getreideheber im allgemeinen nicht nahe liegt und wohl nur wenige Herren hier sind, die darin eingehende Kenntnisse besitzen, die sie für die Kohlenförderung verwerten könnten, so sind wir Herrn Klock sehr dankbar für die Anregung, die er uns in dieser Beziehung gegeben hat. Dieser Dankbarkeit möchte ich dadurch Ausdruck geben, daß ich im Namen der Versammlung Herrn Klock versichere, daß wir seinen Vortrag mit größter Aufmerksamkeit verfolgt haben. (Lebhafter Beifall.)

---



## **IX. Neuzeitliche deutsche Werftmaschinen und Bearbeitungsanlagen für den Kriegs- und Handelsschiffbau.**

*Vorgetragen von Oberingenieur W. Loof-Düsseldorf.*

In neuerer Zeit und besonders während des Weltkrieges hat sich unser deutscher See- und Großschiffbau zu großer Blüte entwickelt und seine Bedeutung für unser gesamtes Wirtschaftsleben gezeigt. Nicht gleichen Schritt mit der Entwicklung unserer Werften hat der deutsche Werftmaschinenbau gehalten, und so ist es gekommen, daß die deutschen Werften mit dem Bezug ihrer Werftmaschinen jahrzehntelang vom Ausland abhängig waren. Es ist betäubend zu sehen, daß auf unseren Privat- und sogar auf Kaiserlichen Werften noch ein erheblicher Teil ausländischer, in der Hauptsache englischer Werftmaschinen arbeitet. Zwar hat seit ungefähr 20 Jahren eine Anzahl deutscher Maschinenfabriken begonnen, Werftmaschinen zu bauen, jedoch beschränkte man sich vorzugsweise darauf, einige Modelle, die sich dem laufenden Arbeitsprogramm gut einordneten, auszuführen. Was uns fehlte, war ein Unternehmen, das den Bau dieser Maschinen als Besonderheit aufnahm und alle im Laufe der Zeit gemachten Erfahrungen sammelte und die Bedürfnisse der Werften studierte, um auf diese Weise stets vollkommene und den heutigen Verhältnissen angepaßte Maschinen zu schaffen. Wie auf so vielen Gebieten hat auch hier der Krieg Wandel geschaffen, und ihm verdanken wir es in der Hauptsache, wenn wir heute eine selbständige deutsche Werftmaschinenindustrie haben. England, der eigentliche Kriegsanstifter, hat auch hier sein Vorhaben, die deutsche Industrie zu vernichten, nicht allein nicht erreicht, sondern im Gegenteil selbst ein gutes und lohnendes Absatzgebiet hoffentlich auf immer verloren.

Die durch die Kriegsergebnisse bedingten großen Anforderungen unserer Kriegsmarine und die infolge der riesigen Verminderung der Welt-

handelstonnage ungemein gesteigerten Ansprüche der Reedereien, setzten eine solche Leistungsfähigkeit der Schiffbauanstalten voraus, daß die vorhandenen Werften gezwungen waren, sich in großzügiger Weise auszubauen, und vielfach Schiffswerften neu gegründet wurden. Rechtzeitig erkannte man, daß nach Beendigung des Krieges der gute und leistungsfähige Zustand unserer Handelsflotte eine der ersten Voraussetzungen ist, um die erlittenen Kriegsschäden rasch zu heilen und unsere wirtschaftliche Weltstellung zu behaupten; zeigen doch z. B. die im Juni dieses Jahres gehaltenen Parlamentsreden französischer Staatsmänner, daß Frankreich durch seine unzureichende Handelsflotte gezwungen ist, jährlich 2 Milliarden seines Nationalvermögens für Überseetransporte an das Ausland abzuführen. Da auch wir mit unserer Rohstoffversorgung zum großen Teil auf Überseetransporte angewiesen sind und die lange Kriegsdauer einen empfindlichen Mangel an den meisten Rohstoffen hervorgerufen hat, so wird unsere Handelsflotte in außerordentlich starkem Maße zur Eigenversorgung Deutschlands herangezogen werden müssen. Um nun unsere Handelsbilanz aktiv zu gestalten und dadurch unser Nationalvermögen zu heben, werden wir gezwungen sein, viel Industrieerzeugnisse auszuführen, was ebenfalls eine weitere Inanspruchnahme unserer Handelsflotte zur Folge hat. Es liegt also auf der Hand, daß der rasche Wiederaufbau unserer durch die Beschlagnahme von ungefähr 2½ Millionen Tonnen stark verminderten Handelsflotte für uns eine Lebensfrage ist.

Um unsere Werften auf den gewünschten Grad der Leistungsfähigkeit zu bringen, galt es daher vor allem, sie mit guten und zweckentsprechenden Maschinen zu versehen, damit sie den gesteigerten Anforderungen nachkommen können.

Die Ihnen allen bekannte Maschinenfabrik Schieß in Düsseldorf erkannte rechtzeitig das wachsende Bedürfnis nach guten deutschen Werftmaschinen und gliederte daher ihren ausgedehnten Betrieben bereits zu Beginn des Jahres 1915 eine besondere Abteilung für den Bau von Werftmaschinen an, zu deren Leiter ich bestellt wurde. Bei der Errichtung dieser Abteilung waren wir uns von vornherein darüber klar, daß, wenn wirklich Ganzes und Großes geleistet werden sollte, dies nur in engster Anlehnung und gemeinschaftlicher Arbeit mit den Werften getan werden konnte. Nur ein reger Gedankenaustausch und genaue Kenntnis aller Anforderungen, die an diese Maschinen gestellt werden, sowie die Nutzbarmachung aller bisher gesammelten Erfahrungen konnten dieser jungen Industrie die gewünschte Förderung geben. Mehrere Werftdirektoren, vor allem die Herren Direktor Dr. Schmidt,

Nordseewerke Emden; Direktor Esser. Bremer Vulkan; Direktor Paul Overbeck, A.-G. Weser; Direktor Ziegelasch. Frerichswerft; Direktor Overhoff, San Rocco; Oberingenieur Kühn, Vulkan Stettin. u. a. m. stellten mir in zuvorkommendster Weise ihre Erfahrungen zur Verfügung und gaben mir auf den genannten Werften Gelegenheit, die Maschinen und ihre Arbeitsweise eingehend zu studieren. Ich möchte daher auch an dieser Stelle allen diesen Herren nochmals meinen verbindlichsten Dank aussprechen. Es hatte sich herausgestellt, daß den englischen Maschinen doch noch erhebliche Mängel anhafteten. Diese bestanden teils in einer mangelhaften Materialverteilung; teils in dem Umstand, daß diese Maschinen zu ihrer Bedienung zuviel Personal beanspruchten. Wir machten uns daher von den gegebenen englischen Vorbildern frei und schufen eigene den durch die vorstehenden Ereignisse geänderten hiesigen Verhältnissen angepaßte Modelle.

Beim Entwurf unserer neuen Maschinen und Bearbeitungsanlagen waren vor allem folgende Gesichtspunkte für uns maßgebend. Da während des Krieges sowohl im neutralen als auch im feindlichen Ausland, besonders in Amerika, eine große Anzahl neuer Schiffswerften gegründet wurden, so werden sich unsere deutschen Schiffbauanstalten einem äußerst scharfen Wettbewerb gegenübersehen, besonders dann, wenn die durch die Kriegereignisse bedingte Hochkonjunktur im Schiffbau abflaut. Unser schärfster Wettbewerber England verdankt die große Blüte seines Schiffbaues vorzugsweise dem Umstand, daß die englischen Werften vor dem Kriege wesentlich billiger bauten als die deutschen. Um also im kommenden Wettbewerb erfolgreich zu sein, muß unseren Werften vor allen Dingen die Möglichkeit gegeben sein, billig zu bauen. Bei unseren heutigen Verhältnissen läßt sich aber dies zum größten Teil nur durch möglichst vervollkommnete Bearbeitungsanlagen erreichen. Die großen Erweiterungen der Werften und die Erfordernisse der Neugründungen verursachen ferner einen fühlbaren Mangel an Arbeitern, der infolge der großen Abgänge an solchen durch den Krieg noch gesteigert wird. Naturgemäß bedingt das verminderte Angebot an Arbeitskräften ein bedeutendes Steigen der Arbeitslöhne und dadurch eine Verminderung der Wettbewerbsfähigkeit. Um hier einen Ausgleich zu schaffen und die Wettbewerbsfähigkeit unserer Werften zu heben, legten wir bei der Konstruktion unserer Maschinen und Bearbeitungsanlagen vor allem Gewicht darauf, daß dieselben von möglichst wenig und ungeschultem oder angelerntem Personal bedient werden können. Die Verwendung dieser Anlagen gestattet daher nicht allein eine wesentliche Verringerung der Selbst-

kosten, die, wie später nachgewiesen wird, 50 % und mehr beträgt, sondern sie hilft auch dem drohenden Arbeitermangel ab, da sie bei gleicher Leistung von der Hälfte der bei den seitherigen Einrichtungen nötigen Arbeiter bedient werden können. Ferner ergibt sich die Möglichkeit, Leute im Schiffbau zu beschäftigen, die seither hierfür nicht in Frage kamen. Dieser Punkt ist ganz besonders bei den heute schon vorhandenen und sicher in Aussicht stehenden Arbeiterschwierigkeiten auf den Werften von nicht zu unterschätzender Bedeutung. Gleichzeitig waren wir darauf bedacht, bei der Konstruktion unserer Maschinen und beim Entwurf unserer Anlagen den Bedürfnissen des Einheitsschiffbaues Rechnung zu tragen. Es steht zu erwarten, daß die Reedereien zwecks rascher Ergänzung ihrer Flotten und zur Verbilligung ihrer Aufträge im weiten Maße zum Bau von Schwester-schiffen übergehen. Selbst, wenn sich auch die hochgespannten Erwartungen Einzelner, die im reinen Serienschiffbau das Heil der Schifffahrt und des Schiffbaues erblicken, nicht erfüllen, so läßt sich doch schon heute sagen, daß man in Zukunft in weit höherem Maße als bisher zum gruppenweisen Bau von Seeschiffen und besonders von Frachtdampfern übergehen wird. Dieser Fall dürfte ganz besonders für das erste Jahrzehnt nach dem Kriege und für die Zeiten von Hochkonjunkturen zutreffen. Die in letzter Zeit herausgegebenen Aufträge einer ganzen Reihe von Reedereien lassen auch deutlich eine Bewegung in dieser Richtung erkennen. Es war daher das Bestreben beim Entwurf der im folgenden näher beschriebenen Bearbeitungsstraßen, Anlagen zu schaffen, die bei höchster Wirtschaftlichkeit im Reihenschiffbau auch im Einzelschiffbau große Ersparnisse gegenüber den seitherigen Bearbeitungsanlagen gewähren.

- A b b i l d u n g 1 zeigt eine solche Bearbeitungsanlage für Schiffsplatten, die sich gleich vorteilhaft im Serienschiffbau und im Einzelschiffbau verwenden läßt. Beim Entwurf dieser Anlagen schwebte uns vor allem die Einführung eines wirtschaftlichen Arbeitssystems im Schiffbau vor, denn was sich bei einer erweiterten Arbeitsteilung an Ersparnissen herauswirtschaften läßt, dürfte die kühnsten Erwartungen übertreffen. Ich mache mir keinerlei Illusionen darüber, daß dies mit noch sehr vielen Schwierigkeiten verknüpft ist, und daß Widerstände mannigfachster Art überwunden werden müssen bis wir soweit sind. Mit auch nur einigem guten Willen von allen beteiligten Seiten werden sich diese Schwierigkeiten aber zum Segen unseres Schiffbaues bald überwinden lassen. Eine der ersten Bedingungen zur Überwindung der entgegenstehenden Widerstände wird ein engeres Zu-

sammenarbeiten zwischen Konstruktionsbureau und Betrieb der Werften sein. Schon im Konstruktionsbureau wird man beim Entwerfen des Schiffes darauf zu achten haben, eine möglichst große Anzahl gleicher Platten mit gleichen Lochteilungen und Nietlöchern zu erhalten. Dies erscheint auf den ersten Blick schwierig, ist aber bei gutem Willen verhältnismäßig leicht zu erreichen, wie es sich bei verschiedenen Bauten einiger bedeutender Nordseewerften bereits erwiesen hat. Besonders trifft dies beim Bau von Frachtdampfern zu, da diese ziemlich völligen Schiffe ein im Vergleich zum ganzen Schiff sehr langes paralleles Mittelschiff besitzen. Hier lassen sich auch beim Bau von Einzelschiffen in der Außenhaut, dem Boden, dem Doppelboden, den Decks und Schotten eine große Anzahl gleicher Platten erzielen, die eine paketweise Bearbeitung zulassen. Eine zweite Schwierigkeit besteht in der Überwindung der Abneigung besonders der Meister gegen alle derartigen Neuerungen, die ein Umlernen auch der Meister bedingen. Diese Schwierigkeiten standen auch der Einführung neuer Arbeitsmethoden im Maschinenbau entgegen und so gut sie hier überwunden wurden, lassen sie sich auch im Werftbetrieb überwinden, und wenn die Leute sich erst daran gewöhnt haben, wollen sie meistens nicht mehr nach dem alten Verfahren arbeiten. Erstrebenswert für das neue Arbeitssystem erschienen uns vor allem folgende Punkte: Möglichst weitestgehende Ausnützung von Mann und Maschine bei weitestgehender Arbeitsteilung und denkbarster Beschränkung der Löhne, die durch Transportkosten usw. entstehen. Um dies zu erreichen, war eine Grundbedingung, Werkstätten zu schaffen, in denen die Maschinen so angeordnet sind, daß sie in ihren Leistungen gut zusammen stimmen, also ein gewisses tägliches Arbeitsgebiet vollkommen umfassen, so daß Anhäufungen von teilweise bearbeiteten Materialien ausgeschlossen sind. Ferner müssen die Maschinen so angeordnet sein, daß das Material in einem Durchgang durch die Werkstatt vollständig fertig bearbeitet wird, so daß kein Gegenlaufen desselben stattfinden kann, damit keine Transportstauungen und dadurch bedingte Zeitverluste entstehen. Außerdem müssen die Maschinen so konstruiert und aufgestellt sein, daß die auf einer Maschine teilweise bearbeiteten Platten unmittelbar auf den Arbeitstisch der nächsten Maschine zur weiteren Bearbeitung abgelegt werden können. Ist dies nicht der Fall, sondern müssen die Platten erst vor der weiteren Bearbeitungsmaschine auf dem Werkstattboden abgelagert werden, so entstehen durch das doppelte Ablegen und an den Kranhängen unnötig hohe Löhne und unnötige Belastungen der Transportmittel. Die durch

Wartezeiten auf die Transportmittel hervorgerufenen Zeitverluste bedingen zudem noch eine wesentlich unwirtschaftlichere Ausnützung sowohl der Maschinen wie der Arbeiter. Die vorliegende Plattenbearbeitungsanlage, Abbildung 1, ist für eine tägliche Leistung von 22—25 Platten von  $10 \times 2,2$  m beim Bau von Einzelschiffen oder 25—30 Platten von  $10 \times 2,2$  m beim Bau von Schwesterschiffen vorgesehen.

Die Lage der Werkstätte ist so gedacht, daß dieselbe in der Richtung der Hellinge hinter diesen angeordnet ist. Das Plattenlager liegt wieder in der Verlängerung der Werkstättachse. In der Werkstatt selbst dienen Laufkräne zum Bewältigen der Transporte. Es sind dies ein Laufkran von 5 t Tragkraft, der auch das Plattenlager befährt und das Abladen und Einlagern der ankommenden Platten besorgt und die Platten vom Lager bis zu den Maschinen bringt und ein 15 t Laufkran, der die Transporte in der Werkstätte selbst besorgt und der am Ausgang nach der Hellingseite aus der Werkstätte fahren kann, um die fertigen Platten dem quer vor den Hellingenden arbeitenden Versatzkran zuzuführen, der sie dann auf die einzelnen Hellinge verteilt.

Bei der Betrachtung der Anlage fällt zunächst auf, daß das Lochen der Platten nicht mehr wie seither allgemein üblich, mit Lochwerken verrichtet wird, sondern daß die Platten gebohrt werden. Auf den ersten Blick erscheint dies als unvorteilhaft, da man anzunehmen geneigt ist, daß das Lochen mit Stanzen wesentlich billiger werden muß als das Bohren. In Wirklichkeit wird aber bei der richtigen Auswahl der Maschinen das Bohren wesentlich billiger, als das Lochen, was auch am Schluß dieser Ausführungen noch rechnerisch nachgewiesen wird. Die hauptsächlichsten Vorteile des Bohrens liegen in dem Umstand, daß man beim Bohren mit wesentlich weniger Arbeitskräften auskommt, da das schwere Werkstück nicht wie beim Lochen bewegt zu werden braucht, sondern ruhig bleibt. Während man also zum Lochen einer Platte von 10 m Länge und 2 m Breite mindestens 3 bis 4 Mann gebraucht, kann dieselbe Platte mit einer dreispindeligen Bohranlage von einem jugendlichen Arbeiter oder einer Arbeiterin gebohrt werden. Da man auch beim Bau von Einzelschiffen immer jeweils zwei Platten gleichzeitig bohren kann, da ja Steuerbord und Backbordplatte Spiegelbilder sind, so wird außerdem das Vorzeichnen respektive das Durchnageln der zweiten Platte erspart. Noch vorteilhafter arbeitet die vielspindelige automatische Bohrmaschine. Da man auch beim Einzelschiffbau besonders im parallelen Mittelschiff eine große Anzahl gleicher Platten erzielen kann, so können

diese Platten zu Paketen von sechs und mehr Stück vereinigt auf der vierspindeligen Bohrmaschine gebohrt werden. Diese Maschine teilt vollständig automatisch und absolut genau, so daß die mit ihr gebohrten Platten weder zugelegt noch angekörnt zu werden brauchen. Es können also bei richtiger Auswahl der Maschinen auch im Einzelschiffbau 4 Arbeiter mühelos 24 Platten von  $10 \times 2$  m täglich bohren, wohingegen man zum Lochen von täglich 24 Platten mindestens 24 Arbeiter benötigt.

Der Gang der Bearbeitung ist folgender:

Die vom Plattenlager mittels des Werkstattkrans kommenden Platten werden auf der Blechrichtemaschine gerade gerichtet. Die rechteckigen Platten, also vorzugsweise die Platten für das parallele Mittelschiff, werden hierauf auf den freien Platz neben der Richtemaschine zum Vorzeichnen auf genaue Außenmaße abgelegt. während diejenigen Platten, die zugelegt werden müssen, auf den bis in die Zulage gehenden Rollenböcken der Blechrichtemaschine nach der Zulage gebracht werden, um hier zugelegt und soweit als nötig angekörnt zu werden. Sind die Platten auf diese Weise vorgerichtet, so kommen sie zum genauen Zuschneiden nach der Tafelschere. Diese Maschine, die eine Messerlänge von 2500 mm hat, besäumt die Platten soweit sie gradlinig sind, allseitig. Da die Maschine mit einer Vorrichtung zum Anschneiden von Stemmkanten versehen ist, so brauchen die Platten später nicht mehr behobelt zu werden, da bei der großen Messerlänge und den genauen Führungen des Messerschlittens die Schnitte absolut gerade ausfallen und von behobelten Kanten nicht zu unterscheiden sind.

Sind die Bleche auf genaues Maß zugeschnitten, so werden die Platten für das parallele Mittelschiff, die nicht vorgezeichnet sind, auf dem freien Platz vor den vierspindeligen automatischen Bohrmaschinen zu Paketen von je 6 oder mehr Stück vereinigt. Die vorgezeichneten Platten, die auf den dreispindeligen Bohranlagen gebohrt werden sollen, werden unmittelbar von der Schere auf die jeweils freien Tische der Bohranlage gelegt und sofort zum Bohren angerichtet.

Diejenigen Plattenpakete, die mit den vierspindeligen Bohrmaschinen gebohrt werden sollen, werden nach Freiwerden der Maschine mit dem 15 t Werkstattkran auf den Tisch der Maschine gehoben, wobei das Ausrichten derselben durch einen festen Längsanschlag und einem verschiebbaren Queranschlag erleichtert wird. Durch diese Anschläge wird der durch das Abheben des fertigen und das Wiederauflegen eines neuen Plattenpaketes

bedingte Zeitverlust auf ein Minimum herabgesetzt. Bei den Bohranlagen mit Radialbohrmaschinen entsteht überhaupt kein Zeitverlust, da hier nach Fertigstellung eines Paketes die Maschinen lediglich um  $180^\circ$  gedreht werden und sofort mit dem Bohren des inzwischen auf dem zweiten Tische vorgerichteten Paketes begonnen wird.

Diejenigen gebohrten Platten, die auf der Tafelschere nicht vollständig zugeschnitten werden und nach dem Bohren erst an den Längsseiten bearbeitet werden sollen, kommen nun zu den doppelten Kantenfräsmaschinen, an deren Stelle auch eine oder zwei gegenüberliegende Kantenhobelmaschinen aufgestellt werden können. Die Kantenfräsmaschine hat gegenüber der Kantenhobelmaschine den Vorzug, daß mit ihr die beiden Längskanten eines Blechpaketes, auch wenn die Kanten nicht parallel sind, gleichzeitig bearbeitet werden können; mit ihr können Plattenpakete von 1500 bis 2200 mm Breite befräst werden. Der bei weitem überwiegende Teil aller Platten wird aber bereits auf der Tafelschere allseitig besäumt werden.

Die nunmehr gebohrten Plattenpakete werden unmittelbar von den Bohrmaschinen oder von der Fräsmaschine auf die Tische der Versenkbänke gebracht. Um mit möglichst wenigen Versenkbänken auszukommen, die aber dafür desto intensiver ausgenutzt werden, haben wir auch die Versenkmaschinen zu Maschinengruppen ausgebildet. Da die Wandversenkbank durch das Wegbringen der versenkten Platte und das Wiederauflegen einer neuen viel Zeitverluste durch Stillstand und Wartezeit hat, konstruierten wir freistehende Versenkbänke, die ähnlich den Bohranlagen im vollen Kreise schwenkbar sind und auf zwei Tische arbeiten können. Während auf dem einen Tisch versenkt wird, wird auf dem anderen bereits die neue Platte zum Versenken vorgerichtet und mit den nötigen Zeichen versehen. Da bei Plattenpaketen jede zweite Platte gedreht werden muß, so sind die Versenkanlagen mit zwei Schwenkkränen versehen, vermittels deren die Arbeitskolonne beim Vorrichten die betreffenden Platten drehen kann. Die Versenkanlage wird auf diese Weise vom Werkstattkran unabhängig. Die fertig versenkten Platten kommen nun zu der Ausschärfmaschine, um hier, soweit es nötig ist, mit den Schärfe versehen zu werden. Diese Maschine ist automatisch eingerichtet, so daß sie von nur einem Arbeiter bedient werden kann. Soweit die Platten gejoggelt werden sollen, kommen sie nun unmittelbar zu der Joggingmaschine und verlassen dann fertig zum Anrieten ans Schiff die Halle, um vor den Hellingen bis zu ihrer Verwendung eingelagert zu werden. Diejenigen Platten, die Krümmungen aufweisen,



werden zu der Biegewalze gebracht, um hier gebogen zu werden, und verlassen dann ebenfalls hellingfertig die Halle.

Wird sowohl Auswahl wie Aufstellung der Maschinen in dieser Weise gewählt, so kann man mit einer geringen Anzahl Arbeiter ein sehr großes Arbeitspensum bewältigen, da dann alles gut Hand in Hand arbeitet und die Arbeiter Gelegenheit haben, sich zu spezialisieren. Zur Bedienung der ganzen Anlage und zur Fertigstellung von etwa 24 Platten von  $10 \times 2$  m täglich werden folgende Arbeiter benötigt:

Für die Zulage 2—3 Mann, da nur die unregelmäßigen Platten zugelegt zu werden brauchen und das Ankörnen wesentlich vermindert wird, da das Durchnageln der zweiten Platte ganz wegfällt.

Für das Richten der Platten wird ein Mann benötigt, da die ganze Bedienung der Maschine mühelos von einem Mann und von einem Punkte aus betätigt werden kann.

Die Tafelschere benötigt zu ihrer Bedienung zwei Arbeiter.

Für das Vorzeichnen der Platten, die nicht zugelegt und nicht vorgekörnt werden, werden zwei Arbeiter benötigt. Diese beiden Arbeiter teilen auch die Plattenpakete den einzelnen Bohrmaschinen zu und richten sie dort aus.

Zur Bedienung der vier Bohranlagen werden vier Arbeiter benötigt, da jede Maschine von nur einem Arbeiter bedient wird. Es mag zuerst so scheinen, als sei die Bedienung der vielspindeligen Bohrmaschine sehr schwierig, dies ist jedoch nicht der Fall. Auf einer unserer Nordseewerften wurde die Maschine sogar von einem russischen Gefangenen mühelos bedient.

Die Kantenfräsmaschine benötigt zu ihrer Bedienung einen Arbeiter.

Die beiden Versenkbänke zusammen vier Arbeiter, da an jeder Spindel ein Arbeiter arbeiten soll, und die Maschinen so eingerichtet sind, daß man ohne Verschiebung eine Platte von 10 m Länge und 2,2 m Breite vollständig versenken kann.

Für das Anmalen der Platten und das Bezeichnen derselben mit Farbe werden zwei Arbeiter benötigt, die lediglich die Platten zum Versenken vorzurichten haben und dieselben mit den farbigen Bezeichnungen versehen. Die Versenker selbst haben nur ihre Versenkmaschinen zu bedienen.

Die Ausschärfmaschine, die automatisch arbeitet, benötigt zum Ausschärfen und Auf- und Abspannen einen Arbeiter.

Da weder Joggingmaschine noch Biegewalze dauernd arbeiten, so genügt für beide Maschinen eine Arbeitskolonne von drei Arbeitern.

Für die Transporte werden ferner noch benötigt zwei Kranführer und vier Anhänger.

Die vollständige Bearbeitung von täglich 24 Platten im Einzelschiffbau oder 30 Platten im Einheitsschiffbau kann also mühelos von 27—29 Arbeitern getan werden. Bei dieser Anlage tritt, wie gezeigt, eine vollständige Arbeitsteilung ein, so daß dem Maschinenarbeiter alle anderen Arbeiten abgenommen werden und er lediglich seine Maschine zu bedienen hat, er wird es deshalb sehr rasch zu einer großen Fertigkeit bringen. Die Anordnung doppelter Tische bei den Bohranlagen und den Versenkbänken gestattet deren dauernde Ausnutzung, so daß die höchste wirtschaftliche Ausnutzung von Arbeiter und Maschine erreicht wird. Die Aufstellung der Maschinen in einer Reihe, die der fortschreitenden Bearbeitung entspricht, im Verein mit der Ausnutzung der doppelten Auflagetische und die Einstellung besonderer Zeichenkolonnen, gestattet die Beschränkung der Löhne auf das geringste Maß. Die Anordnung der Anlage sorgt ferner dafür, daß keine Platten halb bearbeitet in den Werkstätten herumliegen, und wenn sie gebraucht werden, Zeitverluste durch Warten auf vollständige Fertigstellung verursachen. Dem Betriebsingenieur und dem Meister ist ein weit besserer Überblick über den Fortgang der Arbeiten gegeben und ihm das Disponieren wesentlich erleichtert.

Vergleichsweise soll hier einmal die Arbeiterzahl festgestellt werden, die man mit den seitherigen Bearbeitungsanlagen benötigt.

Es sind dies:

Für die Zulage, da beim Lochen alle Platten vorgezeichnet, angekört oder durchgenagelt werden müssen, für täglich 24—30 Platten. 8—10 Arbeiter.

Richten von 24—30 Platten mit den seitherigen Maschinen mindestens zwei Mann, Lochen, Besäumen und Hobeln von 24 Platten 40 Arbeiter. Versenken mit Wandversenkmachines 24 Platten 6—8 Mann. Anmalen der Platten zwei Mann.

Ausschärfen der Platten mit den seitherigen Maschinen mindestens zwei, wahrscheinlich aber zwei Maschinen mit vier Mann Bedienung.

Joggeln und Biegen der Platten drei Mann.

Transporte vom Lager nach der Werkstatt und in den Werkstätten mindestens zehn Mann. Zur Bewältigung derselben Arbeit braucht man

also mit den seitherigen Anlagen mehr als die doppelte Anzahl Arbeiter, und wesentlich größere und schlechter übersehbare Werkstätten. Es zeigt sich also schon hier, welche riesigen Ersparnisse an Arbeitern man durch geeignete Auswahl der Maschinen und günstige Aufstellung derselben auch auf den Werften machen kann. Im folgenden wollen wir nun einmal die Bearbeitungskosten etwas näher beleuchten:

#### 1. Das Zulegen.

Da nur die Formplatten zugelegt werden, so kann man im Einzel-schiffbau mit täglich 12 Platten für die Bohranlagen rechnen, von denen sechs angekörnt werden, da die eine Platte beim Bohren als Schablone für ihr Spiegelbild dient. Es kostet also das Vorzeichnen einer Platte bei einem Lohn von 8 M. für die Arbeiter auf der Zulage  $\frac{3}{12} \cdot 8 = 2$  M.

#### 2. Richten.

Die Richtemaschine arbeitet mit einer Richtgeschwindigkeit von 60 mm pro Sekunde, zum genauen Richten muß das Blech die Maschine viermal passieren. Das Richten einer 10 m langen Platte dauert also  $\frac{10\,000 \cdot 4}{60 \cdot 60} = 11.1$  Minuten, rechnet man hierzu noch 9 Minuten für das Weglegen der gerichteten Platte und das Einbringen einer neuen, so dauert das Richten einer Platte 20 Minuten oder täglich 30 Platten, es soll aber hier nur mit 24 Platten täglich gerechnet werden, es kostet dann bei einem Lohn von 8 M. täglich für den Blechrichter das Richten der Platte  $\frac{8}{24} = 0.333$  M.

#### 3. Besäumen und Zuschneiden auf Maß.

Zum vollständigen Besäumen einer Platte von  $10 \times 2.2$  m sind zehn Schnitte notwendig. Mit Wenden und Ausrichten werden hierzu 20 Minuten benötigt, die Maschine kann also täglich 30 Platten besäumen, aber auch hier soll nur mit 24 gerechnet werden. Bei einem Lohn von 8 M. pro Tag für die Arbeiter an der Tafelschere kostet also das Besäumen einer Platte  $\frac{2 \cdot 8}{24} = 0.66$  M.

#### 4. Vorzeichnen.

Diejenigen Platten, die nicht angekörnt und in der Zulage vorgezeichnet werden, müssen für das Besäumen vorgezeichnet werden; die Arbeiter, die diese Arbeit verrichten, haben die Platten auch noch auf den

Bohranlagen vorzurichten. Die vorzuzeichnenden Platten werden täglich auch 12 Stück betragen. Bei einem Tagelohn von 8 M. für jeden Vorzeichner

kostet also das Vorzeichnen  $\frac{2 \cdot 8}{12} = 1.33$  M.

5. Bohren.

a) mit der vierspindeligen automatischen Bohrmaschine. Auch beim Bau von Einzelschiffen können die Platten des parallelen Mittelschiffes zu Paketen vereinigt und mit der vierspindeligen automatischen Bohrmaschine gebohrt werden. Zum Bohren einer Außenhautplatte eines größeren Frachtdampfers wie sie Abb. 2 zeigt, sind mit der vierspindeligen Bohrmaschine 246 Arbeitsoperationen nötig. Die Maschine arbeitet mit 21 m Minute Arbeitsgeschwindigkeit und vorteilhaft mit 0.15 mm Vorschub je Bohrerumdrehung. Im Dauerbetrieb auf einer unserer Nordsee-

**Außenhautplatte.**

9600 mm lang, 2040 mm breit.

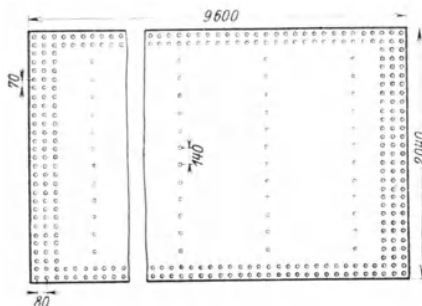


Abb. 2.

werften hat sich ergeben, daß man vorteilhaft je sechs Platten zum Paket vereinigt. Bei sechs Außenhautplatten je 16 mm dick ergibt sich eine Paketdicke von  $6 \times 16 = 96$  mm. Hierzu kommen für die Bohrer Spitze und für die Umsteuerung nochmals 24 mm Leerweg, so daß der Gesamtarbeitsweg 120 mm beträgt. Für diesen Arbeitsweg ist die Dauer einer Arbeitsoperation

$$Z = Z_1 + Z_2; \quad Z_1 = \text{Dauer der Bohrerarbeit} = \frac{120}{\frac{21000}{20 \cdot \pi} \cdot 0.15} = 2.4 \text{ Min.}$$

$Z_2$  Dauer des beschleunigten Rücklaufs der Bohrspindeln. Der Rücklauf ist fünffach beschleunigt. Mithin  $Z_2 = \frac{Z_1}{5} = \frac{2.4}{5} = 0.48$  Minuten.

$$Z = 2.4 + 0.48 = 2.88 \text{ Minuten.}$$

Die Dauer einer Arbeitsoperation ist also 2,88 Minuten. Die Arbeitsdauer für das ganze Paket also bei 246 Arbeitsoperationen  $246 \cdot 2,88 = 710$  Minuten oder 11,8 Stunden. Rechnet man hierzu noch 1,2 Stunden für das Auf- und Ablegen des Paketes, so ergibt sich eine Gesamtarbeitszeit von 13 Stunden für das Paket von sechs Außenhautplatten.

Bei einem Tagelohn von 8 M. für den Bohrer kostet das Bohren einer Platte

$$\frac{13 \cdot 8}{6} = 1,75 \text{ M.}$$

Die Boden- und Doppelbodenplatten sowie die Platten für Decks und Schotten, die ebenfalls in Paketen auf der Maschine gebohrt werden können, sind meist nur 10—12 mm dick und haben nur eine Längsnietreihe. Bei einem Doppelbodenplattenpaket von den gleichen Abmessungen würde sich also der Arbeitsweg auf 90 mm verringern und es wären zur Bearbeitung nur 126 Arbeitsoperationen nötig. Die Arbeitsdauer für ein Paket Doppelbodenplatten wäre also  $Z = Z_1 + Z_2$

$$Z_1 = \frac{126 \cdot 90}{\frac{21\,000}{20 \cdot \pi} \cdot 0,15} = 230 \text{ Minuten.}$$

$$Z_2 = \frac{Z_1}{5} = \frac{230}{5} = 46 \text{ Minuten,}$$

$Z = 230 + 46 = 276$  Minuten oder 4,6 Stunden Gesamtarbeitsdauer. Hierzu kommen noch für das Auf- und Ablegen des Paketes 1,2 Stunden, so daß sich eine Gesamtarbeitszeit von  $4,6 + 1,2 = 5,8$  Stunden für ein Paket von sechs Doppelboden- oder Schottplatten ergibt. Es kostet demnach eine Doppelbodenplatte zu bohren  $\frac{5,8 \cdot 0,8}{6} = 0,78$  M.

b) mit den Bohranlagen mit Radialbohrmaschinen. Beim Einzelschiffbau sollen mit diesen Maschinen die zugelegten Platten besonders des Vor- und Hinterschiffes gebohrt werden. Man wird also bei Einzelschiffen meist nur jeweils zwei Platten (Steuerbord- und Backbordplatte) gleichzeitig bohren können.

Legen wir auch hier zunächst eine Außenhautplatte, wie Abb. 2, der Berechnung zugrunde. Das Paket von zwei Platten hätte eine Dicke von 32 mm. Der Gesamtarbeitsweg würde also 45 mm betragen. Diese Maschine arbeitet am vorteilhaftesten mit 18 m Minute Schnittgeschwindigkeit bei 0,25 mm Vorschub je Bohrerumdrehung. Der Rückzug der Bohrer spindle

geschieht durch Gegengewicht im Moment. Die Dauer einer Arbeitsoperation wäre also

$$Z = \frac{45}{\frac{18000}{20 \cdot \pi} \cdot 0,25} = 0,64 \text{ Minuten}$$

Hierzu kommt die Zeit für das Einstellen der Maschine auf ein neues Loch mit 0,36 Minuten, so daß die ganze Arbeitszeit für das Bohren eines Loches 1 Minute dauert. Die Platte Abb. 2 hat insgesamt 786 Löcher. Das Bohren dieser beiden Platten würde also mit der dreispindeligen Bohranlage  $\frac{786 \cdot 1}{3} = 262$  Minuten oder 4,4 Stunden dauern. Da die Maschinen nach dem Bohren eines Paketes nur um  $180^\circ$  geschwenkt werden, und auf dem zweiten Tisch weiterarbeiten, entsteht keinerlei Zeitverlust für neues Herrichten der Maschinen.

Es kostet also bei einem Lohnsatz von 7 M. für den jugendlichen Arbeiter oder die Arbeiterin, die diese Maschine bedient, das Bohren einer Platte  $\frac{4,4 \cdot 0,7}{2} = 1,54$  M.

In einer gleich großen Doppelboden- oder Decksplatte wären  $786 - 228 = 538$  Löcher. Die Arbeitszeit für zwei solcher Platten würde also  $\frac{538 \cdot 1}{3} = 180$  Minuten oder 3 Stunden und der Lohn für eine Platte  $\frac{3 \cdot 0,70}{2} = 1,05$  M. betragen.

#### 6. Versenken.

Das Versenken einer solchen Platte kostet, da der Versenker von allen Nebenarbeiten befreit ist und fortgesetzt arbeiten kann, 1 M. je Platte.

#### 7. Anmalen und Vorrichten.

Zum Versehen der Platten mit den nötigen Farbezeichen und zum Vorrichten derselben auf den Versenkbänken werden zwei Mann, und zwar ein geübter Schiffbauer und ein Helfer, benötigt. Bei einem Lohnsatz von 9 M. für den Schiffbauer und 6 M. für den Helfer würden die Hilfslöhne pro Platte betragen  $\frac{9+6}{24} = 0,62$  M. je Platte.

#### 8. Ausschärfen.

Die Ausschärfmaschine wird von einem Mann bedient, der mühelos bis zu 30 Platten täglich ausschärfen kann, da aber im Einzelschiffbau die Bohrmaschinen nur täglich 24 Platten liefern, so soll nur mit einer Leistung

von 24 Platten gerechnet werden. Bei einem Tagelohn von 9 M. für den Ausschärfer kostet also das Ausschärfen einer Platte  $\frac{9}{24} = 0.38$  M.

### 9. Joggeln und Biegen.

Mit der Joggingmaschine können täglich mindestens 40 Platten gejoggelt werden, da dies aber die Leistung der Anlage weit überschreitet und die Leute beschäftigt werden müssen, so sollen sie auch bei der Biegewalze Hilfe leisten, so daß für diese beiden Maschinen dieselbe Belegschaft vorzusehen wäre. Das Joggeln oder Biegen einer Platte würde dann bei 8 M. Tagelohn für jeden Arbeiter  $\frac{2 \cdot 8}{24} = 0.67$  M. je Platte kosten.

### 10. Werkstatttransporte.

Für die Transporte vom Plattenlager zur Werkstatt und innerhalb der Werkstätte wären ferner noch nötig: 2 Kranführer und 4 Aufhänger. Rechnet man für den Kranführer einen Tagelohn von 8 M. und für die Aufhänger von 7 M., so entfallen je Platte nochmals  $\frac{2 \cdot 8 + 4 \cdot 7}{24} = 1.85$  M. Transportlöhne.

Die Gesamtbearbeitungskosten einer Außenhautplatte, Abb. 2, setzen sich also unter Verwendung der vielspindeligen Bohrmaschine zusammen aus:

Richten . . . . .	0.33 M.
Vorzeichnen . . . . .	1.33 ..
Besäumen . . . . .	0.67 ..
Bohren . . . . .	1.75 ..
Versenken . . . . .	1.00 ..
Anmalen . . . . .	0.62 ..
Ausschärfen . . . . .	0.38 ..
Joggeln oder Biegen . . . . .	0.67 ..
Transporte . . . . .	1.85 ..
	<hr/>
	8,60 M.

Eine Außenhautplatte von etwa 10 × 2 m kostet also hellingfertig hergerichtet 8.60 M.

Eine Doppelbodenplatte derselben Abmessungen würde nur 7.50 M. kosten.

Für diejenigen Platten, die mit den Radialbohrmaschinen gebohrt werden, also Außenhaut- und Boden- usw. Platten im Vorder- und Hinterschiff würden sich die Bearbeitungskosten wie folgt stellen:

Zulage . . . . .	2,00 M.
Richten . . . . .	0,33 ..
Besäumen . . . . .	0,66 ..
Bohren . . . . .	1,54 ..
Versenken . . . . .	1,00 ..
Anmalen . . . . .	0,62 ..
Ausschärfen . . . . .	0,38 ..
Joggeln und Biegen . . . .	0,67 ..
Transporte . . . . .	1,85 ..
	<hr/>
	9,05 M.

Mit den Bohranlagen kostet also eine der Abb. 2 entsprechende Außenhautplatte etwa 9,00 M. zu bearbeiten, während sich die Kosten einer analogen Doppelbodenplatte auf 8,50 M. stellen würden.

Nach den seitherigen Arbeitsverfahren stellen sich die Bearbeitungskosten für eine gleiche Außenhautplatte ungefähr wie folgt:

Richten . . . . .	0,45 M.
Zulage ankörnen und durch-	
nageln . . . . .	3,50 ..
Lochen 786 Löcher $\varnothing$ 0,9 .	7,10 ..
Besäumen oder Behobeln	
der 4 Kanten . . . . .	1,00 ..
Versenken . . . . .	1,50 ..
Ausschärfen . . . . .	0,75 ..
Joggeln und Biegen . . . .	0,70 ..
Transporte . . . . .	2,00 ..
	<hr/>
	20,00 M.

Zu den vorstehenden Zahlen möchte ich noch bemerken, daß besonders die für die Bearbeitungsanlage aufgegebenen Zahlen keineswegs Paradezahlen sind, die sich nur ausnahmsweise erreichen lassen, sondern Werte sind, die sich im Dauerbetrieb auf Werften ergeben haben, und für die die Firma mit ihrer Garantie voll eintritt. Auch die eingesetzten Löhne tragen den derzeitigen und nach Friedensschluß voraussichtlich herrschenden Ver-



hältnissen vollständig Rechnung und lassen sich wohl teilweise noch erheblich unterschreiten. Die Löhne für die seitherige Bearbeitungsweise sind dagegen meist noch den Friedensverhältnissen entnommen und dürften heute bereits überschritten werden. Hauptsächlich dürfte dies auf die Transportkosten heute zutreffen.

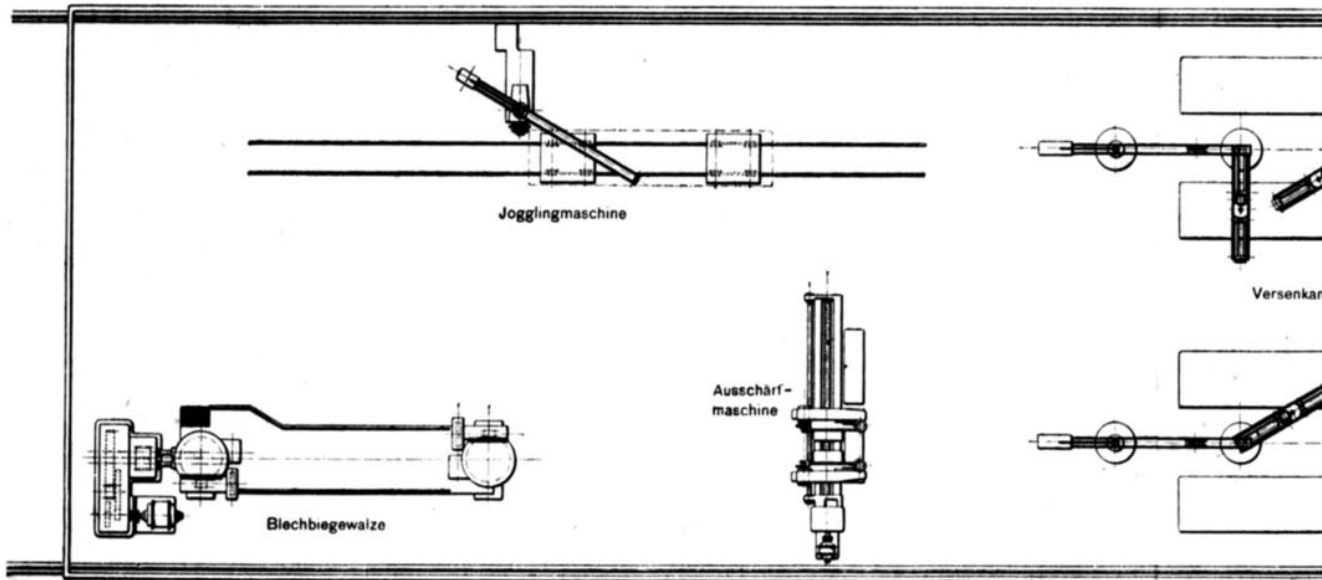
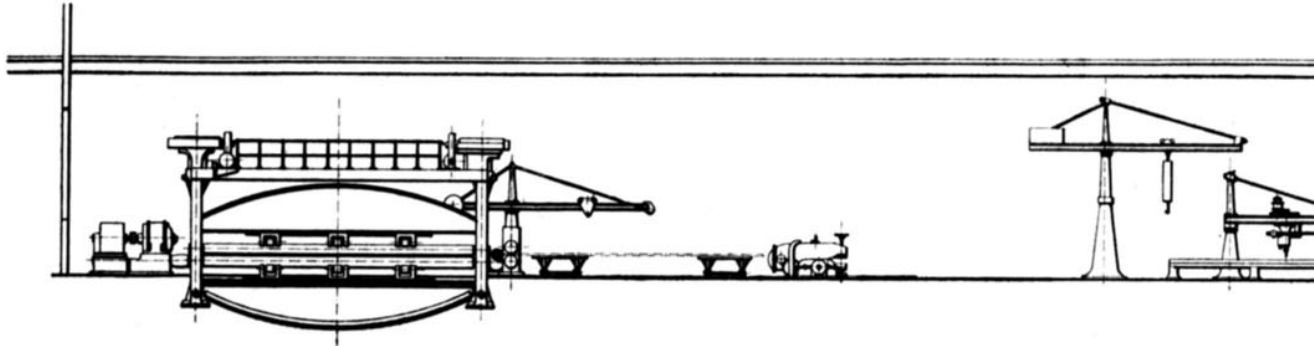
Mit den vorstehenden Ausführungen soll natürlich keineswegs behauptet werden, daß die beschriebene Anlage nun das Alpha und Omega von Plattenbearbeitungsanlagen darstellt. Es kam vielmehr nur darauf an, zu zeigen, wie man zur Erreichung einer möglichst großen Arbeitsteilung und zur Erreichung einer möglichst gleichmäßigen fortschreitenden Bearbeitung die Maschinen vorteilhaft auswählt und aufstellt. Besonders bei Umbauten und Vergrößerungen bestehender Werften wird man die Plattenbearbeitungsanlagen unter Berücksichtigung des vorhandenen Maschinenparkes zusammenstellen, damit sich die vorhandenen Maschinen den neu zu beschaffenden organisch angliedern.

In Abb. 3 sehen wir dann auch eine Plattenbearbeitungsanlage, bei der von der Verwendung vielspindliger automatischer Bohrmaschinen Abstand genommen ist und an ihre Stelle Lochwerke treten. Selbstverständlich ist diese Anlage nicht ganz so leistungsfähig wie die in Abb. 1 gezeigte. Wie bereits erwähnt, sollen die Ausführungen lediglich als Fingerzeige bei dem Entwurf von Neuanlagen oder Ausbauten dienen, ihre vollständige Verwendung dürfte sehr häufig von der Tiefe des Werftgeländes usw. abhängig sein. Es sind daher noch andere Variationen der Maschinenaufstellung möglich. So läßt sich zum Beispiel ganz vorteilhaft die Blechrichtemaschine auf der Zulage unterbringen. Diese Einzelfälle müssen naturgemäß je nach Lage und Umfang des Werftgeländes und des etwa vorhandenen Maschinenparkes von Fall zu Fall entschieden werden. Analog den Plattenbearbeitungsanlagen wurden auch Bearbeitungsanlagen für Spanten, Balken, Bodenstücke und Stringer entworfen und ausgeführt.

Abb. 4 zeigt den Grundriß einer vollständigen Schiffbauhalle, bei der das System der fortlaufenden Bearbeitung, wie es oben beschrieben ist, vollständig durchgeführt ist. Diese Anlage führt die Maschinenfabrik Schieß Aktiengesellschaft in Düsseldorf für die neue Werft der Seeschiffahrt A.-G. „Atlantica“ in Budapest aus.

Aus Abb. 4 geht zunächst hervor, daß das Plattenlager unmittelbar hinter der Schiffbauhalle angeordnet ist, so daß die Kräne der Schiffbauhalle unmittelbar auf das Plattenlager herausfahren können, um das Material.

(S. 238a.)



Plattenbearbeitungsanlage, bei der Bohrmaschinen und Lochwerke vereinigt sind.

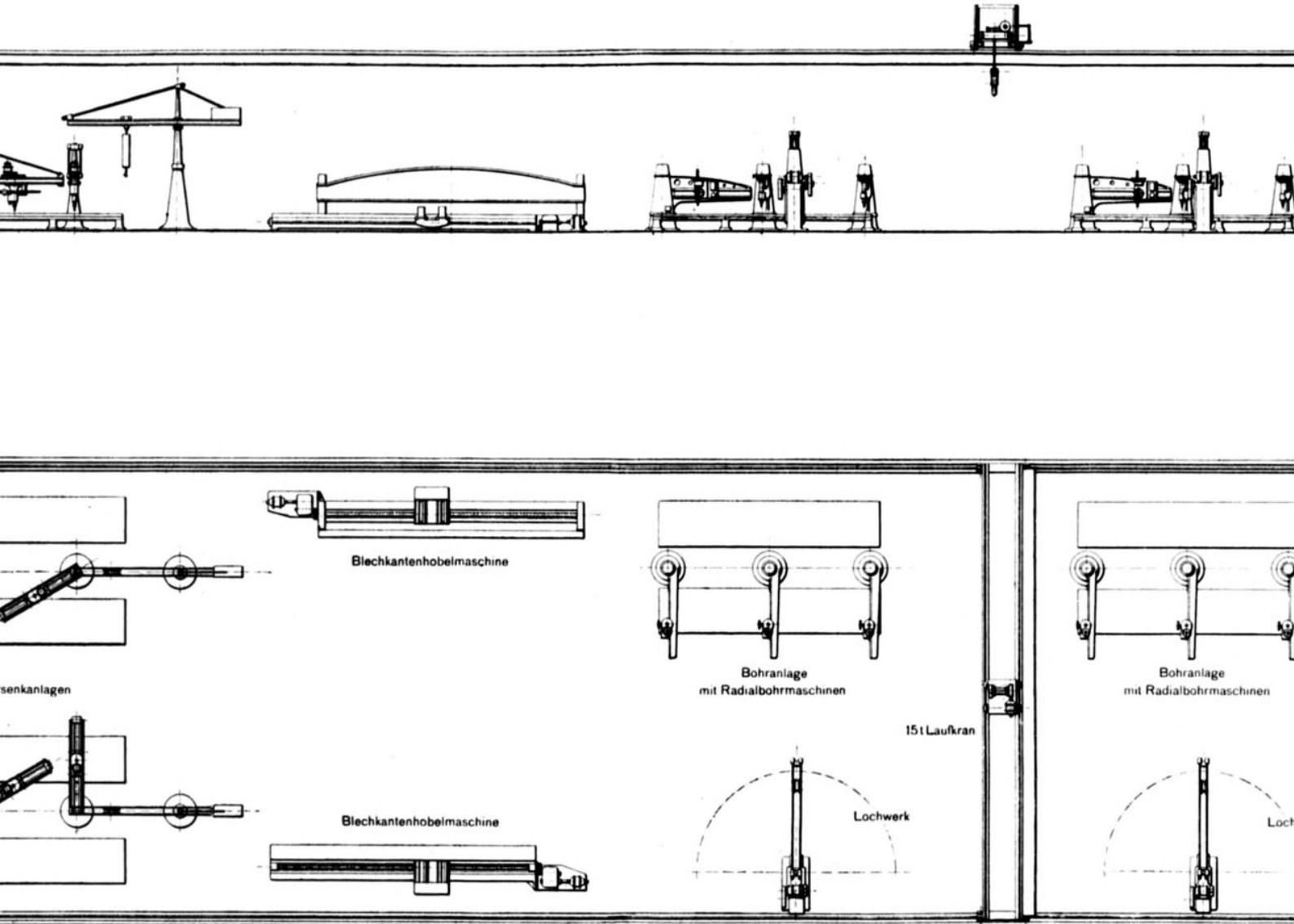
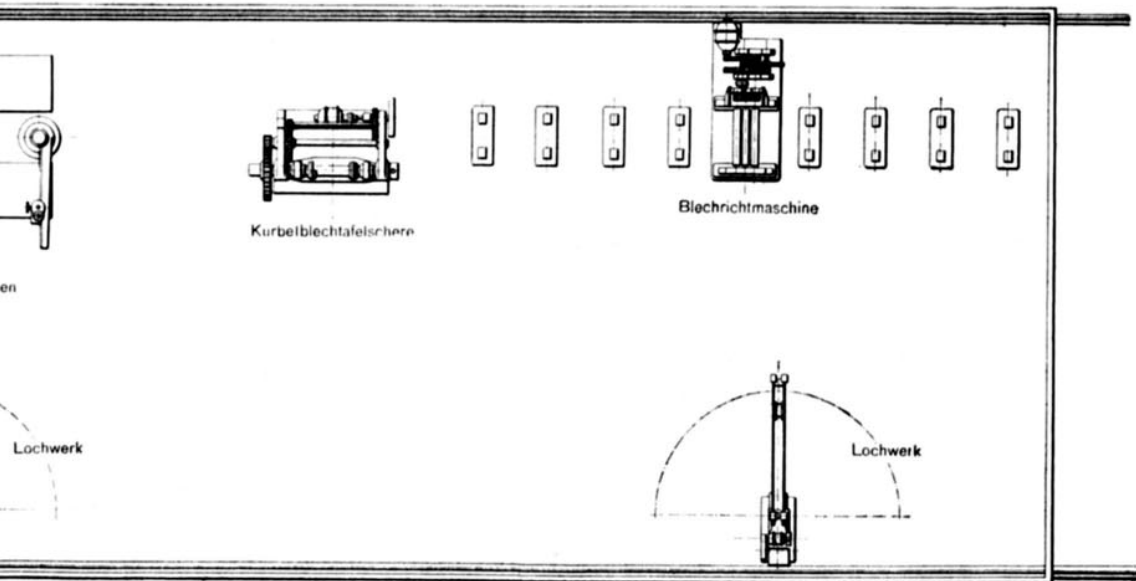
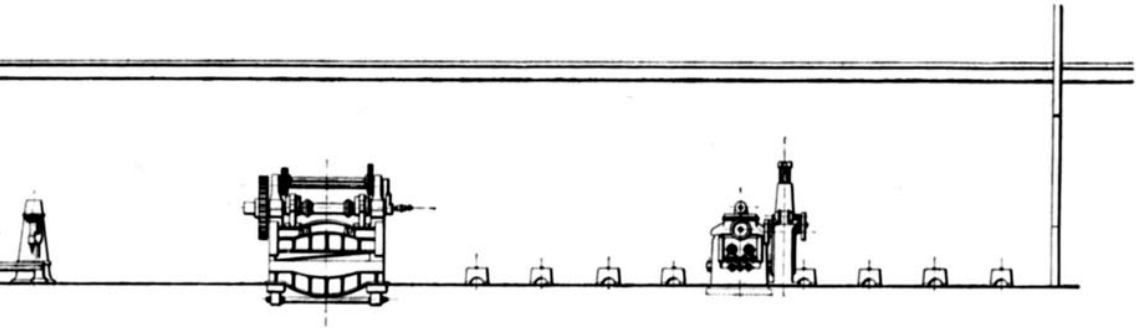


Abb. 3.



Grundriß einer Schiffbauhalle mit vollständigen Bearbeitungsanlagen.

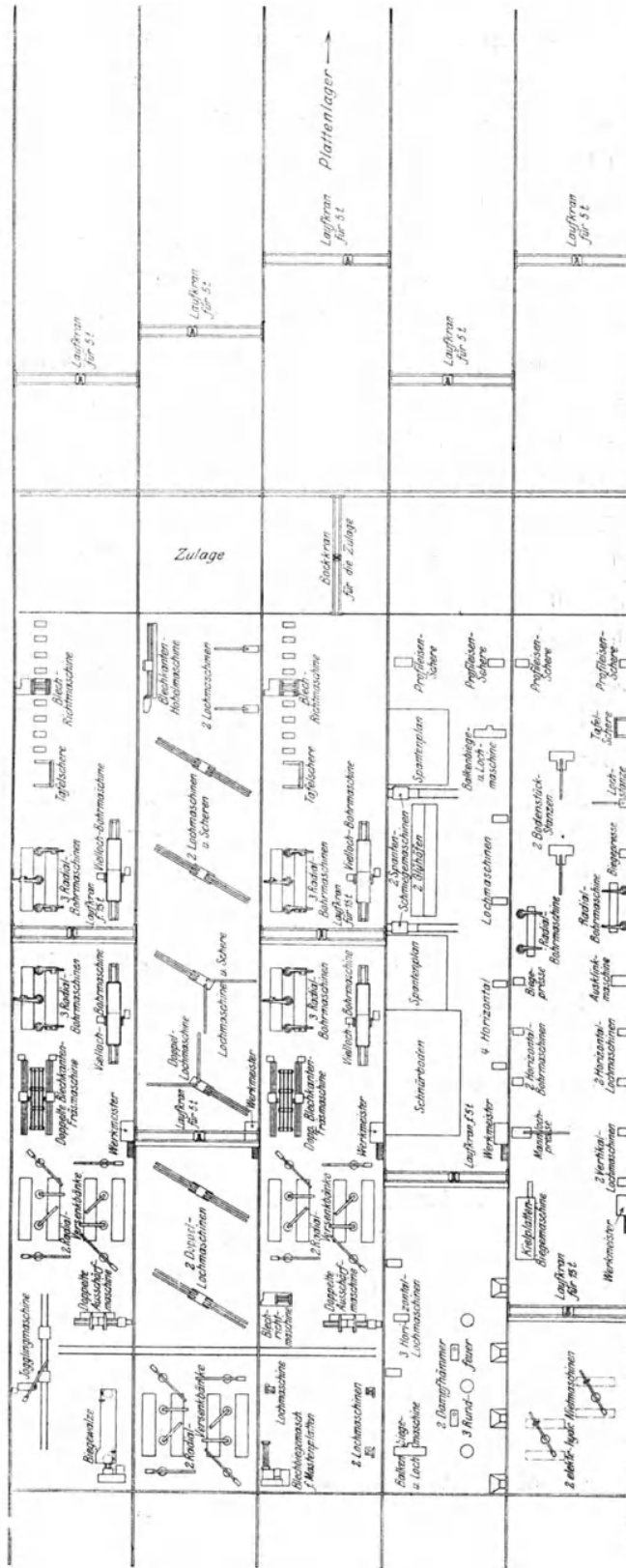


Abb. 4.

welches bearbeitet werden soll, ohne es vorher auf Eisenbahnwagen zu laden, von dem Plattenlager nach den einzelnen Bearbeitungswerkstätten zu bringen.

Die Schiffbauhalle ist ein fünfschiffiger Bau, von dem jedes Schiff 20 m breit und 140 m lang ist. Quer zu den 5 Längsschiffen ist die Plattenzulage untergebracht. Sie besitzt eine Breite von 20 m und eine Länge von 100 m. Zum Transport der Platten auf der Zulage dient ein Bockkran, der unter den Kranbahnen der einzelnen Hallen wegfahren kann.

In der Halle 1 ist eine vollständige Plattenbearbeitungsanlage, wie sie Abb. 1 dieser Ausführungen zeigt, und wie sie dort beschrieben ist, untergebracht. In dieser Halle werden alle die großen Platten, besonders die das parallele Mittelschiff betreffen, bearbeitet.

In der Halle 2 ist eine größere Anzahl Lochwerke untergebracht, mit denen alle unregelmäßigen oder weniger häufig vorkommenden Platten bearbeitet werden sollen, wie die Platten für Vor- und Hinterschiff, Decksaufbauten, Knotenbleche, Platten für Ladeluken usw.

Die Halle 3 zeigt dasselbe Bild wie Halle 1. Auch in ihr sollen hauptsächlich die großen Platten bearbeitet werden. Lediglich von der Aufstellung einer Joggingmaschine und einer Biegewalze wurde in dieser Halle Abstand genommen, da die in der Halle 1 untergebrachte Joggingmaschine und Biegewalze vollständig zum Joggen und Biegen aller Platten genügen.

Die Halle 4 dient zur Bearbeitung der Spanten und Decksbalken. Auch hier ist die Aufstellung der Maschinen so gewählt, daß die Bearbeitung der Spanten und Balken fortlaufend geschieht, und daß dieselben zum Schluß die Halle fertig zum Anschlagen ans Schiff verlassen. Die rechte Seite der Halle dient zum Bearbeiten der Spanten, die linke zum Bearbeiten der Decksbalken. Die Arbeitsweise ist folgende:

Die vom Plattenlager kommenden Spanten und Decksbalken werden auf dem hinter der Halle liegenden Teil der Zulage auf Maß vorgezeichnet und sodann auf der am Eingang der Halle stehenden Profileisenschere zugeschnitten. Die auf diese Weise vorgerichteten Spanten kommen nun nach den Glühöfen, die nach beiden Seiten öffnen, um hier geglüht und sodann auf den vor den Glühöfen stehenden Schmiegemaschinen mit den entsprechenden Schmiegen versehen und auf den Spantenplänen gebogen zu werden. Unmittelbar an dem Spantenplan anschließend ist ein Schürboden für Spanten vorgesehen. Die auf diese Weise vorgearbeiteten Spanten werden nun angezeichnet und mit den entsprechenden Löchern versehen. Falls das Spant sich beim Erkalten oder beim Lochen etwas verzogen haben sollte, so wird es am

Ende der Halle nochmals auf einer dort aufgestellten Biegepresse einem kalten Nachbiegen unterzogen.

Ganz ähnlich ist der Bearbeitungsgang der Decksbalken. Auch diese werden auf der Zulage auf Maß angezeichnet, auf einer Profileisenschere zugeschnitten, sodann vorgezeichnet und auf einer Balkenbiege- und Lochmaschine gebogen und teilweise mit Löchern versehen. Da das Lochen wesentlich mehr Zeit in Anspruch nimmt als das Biegen, so sind noch einige horizontale Lochmaschinen und horizontale Bohrmaschinen aufgestellt. Am Ende der Halle 4 befindet sich sodann noch die Winkelschmiede, die mit unterirdischer Rauchabsaugung ausgerüstet ist.

Die Halle 5 dient der Bearbeitung von Bodenstücken und Stringern, und zwar werden auf der rechten Seite die Bodenstücke und auf der linken die Stringerplatten bearbeitet. Auch hier erfolgt die Bearbeitung in der Weise, daß die vom Eisenlager hereinkommenden Platten auf dem hinter der Halle 5 befindlichen Teil der Zulage angezeichnet werden.

Die Winkel sowohl für die Bodenstücke als auch diejenigen für die Stringer werden auf der unmittelbar am Eingang aufgestellten Profileisenschere auf Länge zugeschnitten, um sodann auf Biegepressen gebogen und auf horizontalen Lochmaschinen gelocht zu werden. Die Platten sowohl für die Bodenstücke und Interkostals wie auch für die Stringer werden auf der Tafelschere sodann zugeschnitten.

Diejenigen Bodenstücke für das Vor- und Hinterschiff, die wechselnde Form aufweisen, werden auf den Bodenstückstanzen weiter bearbeitet. Hier werden sowohl die starken Krümmungen für die Kimmen angeschnitten, wie auch die Nietlöcher und Speigattlöcher gestanzt. Damit das Bodenstück nicht dauernd von einem Kran an den anderen genommen werden muß, ist die Maschine je nachdem mit einem oder zwei durchdrehenden Kränen versehen. Diejenigen Bodenstücke für das parallele Mittelschiff, die gleiche Form aufweisen, werden nicht gestanzt, sondern zu Paketen vereinigt auf den Radialbohrmaschinen gebohrt. Analog verhält sich die Bearbeitung bei den Stringerplatten. Nun kommen die auf diese Weise vorgearbeiteten Bodenstücke nach der Mannlochstanze, um hier mit den entsprechenden großen Mannlöchern versehen zu werden; die Stringerplatten nach der Ausklinkmaschine, um die entsprechenden Ausklinkungen für die Spanten zu erhalten.

In der Halle 5 ist ferner noch eine Kielplattenmaschine aufgestellt, auf der einerseits die Kielplatten gebogen werden, andererseits diejenigen Bodenstücke im parallelen Mittelschiff, bei denen der Winkel keine Krümmung auf-

weist, angeflanscht werden. Die auf diese Weise vorgearbeiteten Platten und Winkel für die Bodenstücke und Stringer werden nun auf besondere Tische gelegt, die von einem im vollen Kreise drehbaren Kran mit einer elektrohydraulischen Nietmaschine vollständig umfahren werden können. Die Bodenstücke sowohl wie die Stringerplatten werden also noch innerhalb der Werkstätte vollständig fertig bearbeitet, wodurch besonders im Winter und bei schlechtem Wetter ganz wesentliche Zeitersparnisse erzielt werden, da die Leute einerseits gegen jedes Wetter geschützt und andererseits einer dauernden Kontrolle des Meisters und Betriebsingenieurs ausgesetzt sind.

Abb. 5 zeigt die Halle in Grundriß und Querschnitten sowie ihre Lage zu den Hellingen. Wie aus dieser Abbildung ersichtlich ist, ist die Halle in der Verlängerung der Längsachse der Hellinge angeordnet. Die vom Plattenlager kommenden Platten werden fortschreitend in der Halle bearbeitet und am Ende des Bearbeitungsganges von den Hallenlaufkränen außerhalb der Halle niedergelegt. Zwischen der Halle und den Hochbahnen der Hellinge läuft sodann auf einer Querbahn ein Versatzkran, der die in den Hallen fertigmachten Platten, Spanten, Balken, Bodenstücke und Stringer auf den freien Raum hinter der Helling ablagert. Dieser Raum ist reichlich bemessen, da hier alle fertigen Teile bis zu ihrer endgültigen Verwendung am Schiff lagern.

Auf der Abb. 5 sind nur 4 der 8 Längshellinge, die von der Schiffbauhalle mit Material versehen werden, gezeichnet. Außerdem wird in der Schiffbauhalle noch das Material für 4 Querhellinge mit je 3 Schiffen bearbeitet, so daß man mit dieser soeben beschriebenen Einrichtung mühelos die gesamte Bearbeitung der Eisenmaterialien für eine Jahresproduktion von 130 bis 150 000 t Schiffsraum bewerkstelligen kann.

Im Folgenden sollen nun noch einige neuere deutsche Werftmaschinen etwas näher beschrieben werden:

Abb. 6 zeigt eine neuzeitliche Hochleistungs-Blechrichtemaschine, die besonders den Erfordernissen des Werftbetriebes angepaßt ist. Bekanntlich herrschte noch bis vor kurzem in Werftkreisen die Ansicht vor, daß man lange, stark verzogene Bleche maschinell nur unvollkommen richten könne, daß man vielmehr zum Richten dieser Bleche einen sehr geübten Blechrichter benötige und selbst dann das Nachspannen von Hand nicht ganz entbehren könne. Dies hatte in der Hauptsache seinen Grund darin, daß die auf den Werften befindlichen Richtemaschinen meist ältere Konstruktionen englischen Ursprungs waren und den großen Nachteil zu großer Walzenabstände und



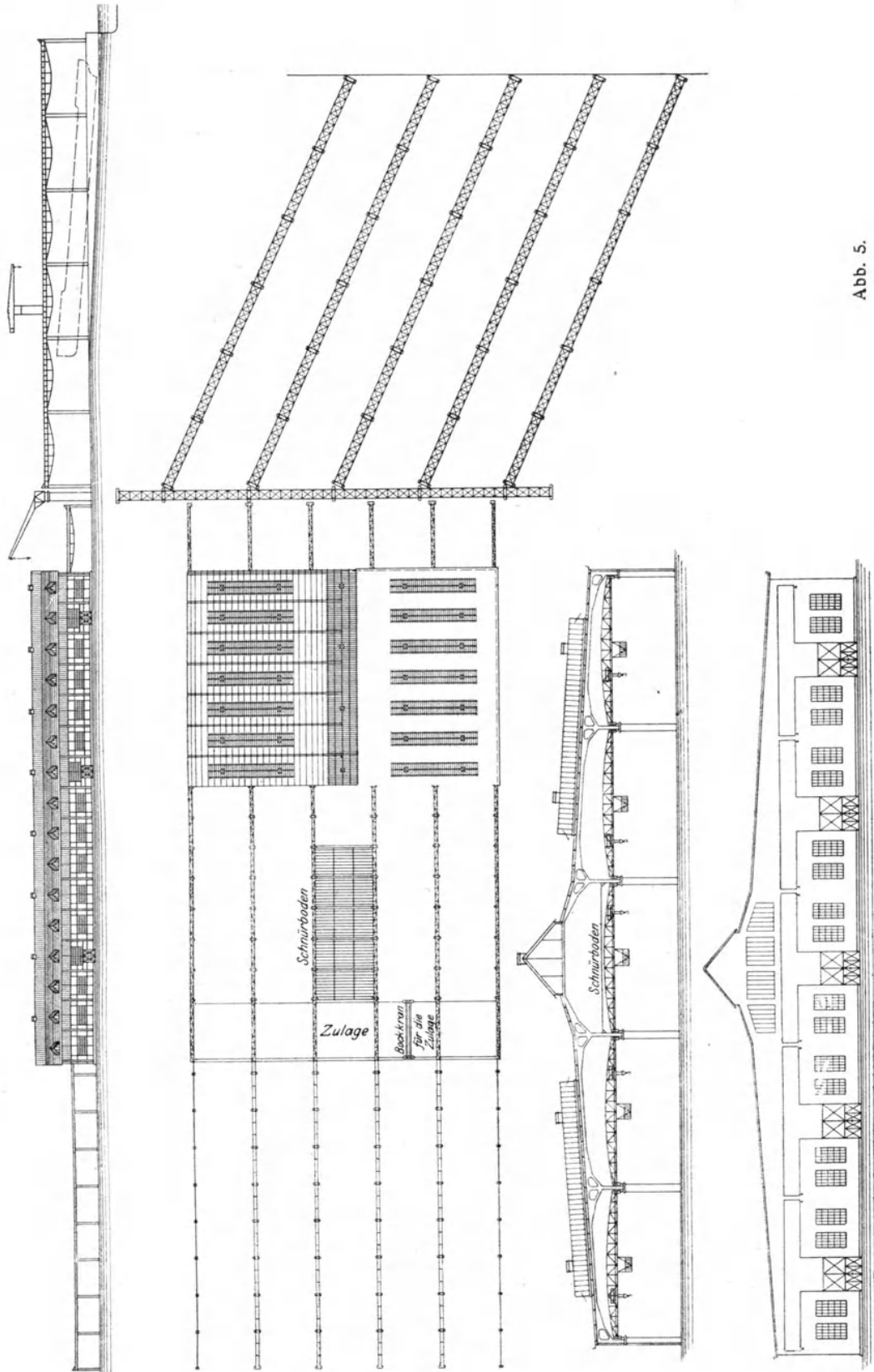


Abb. 5.

des gänzlichen Fehlens von Unterstützungswalzen hatten. Es liegt auf der Hand, daß die nicht unterstützten Richtewalzen beim Richten von Blechen

**Neuzeitliche Hochleistungs-Blechrichtemaschine.**

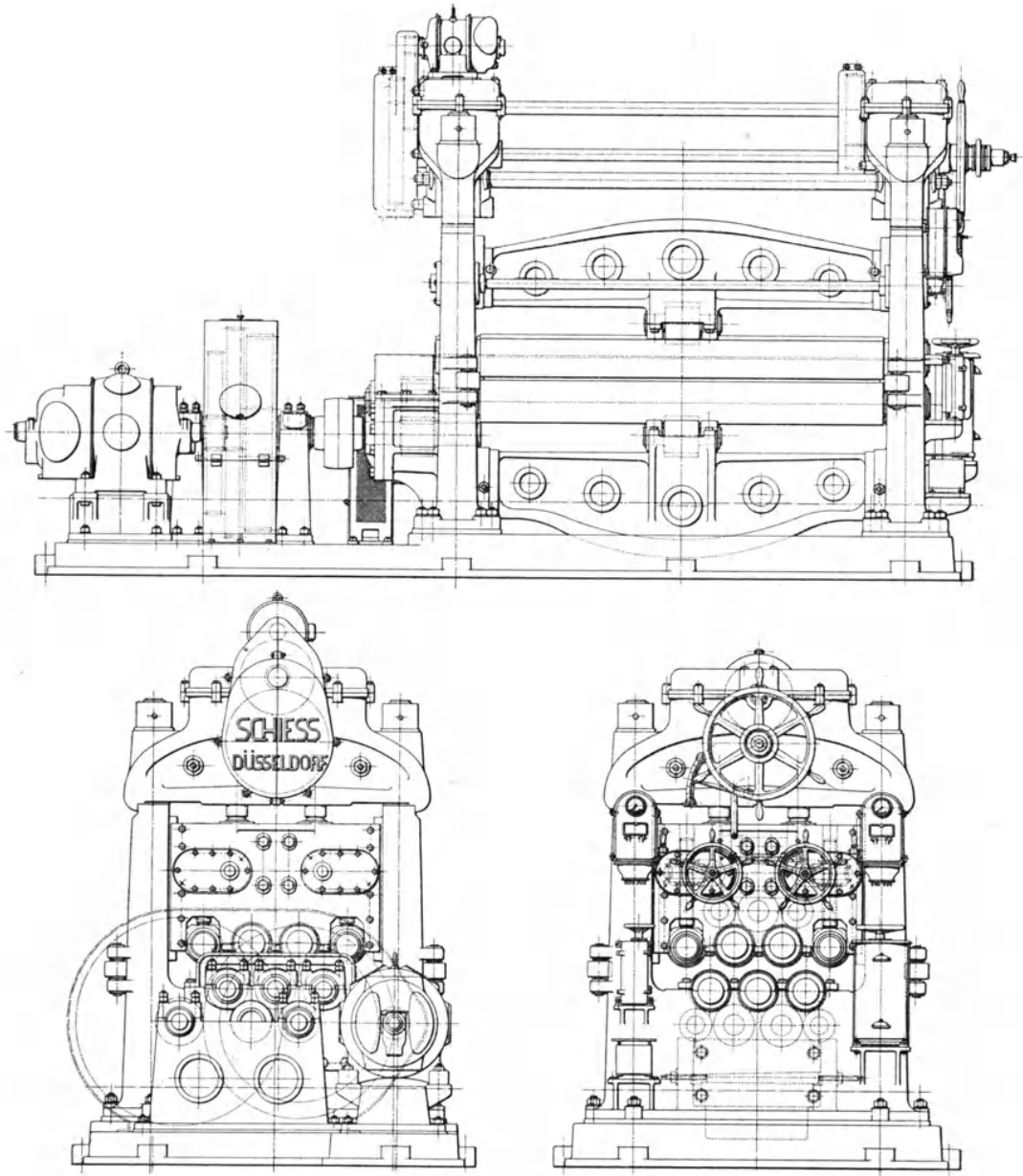


Abb. 6.

eine gewisse Durchfederung erhalten, die das Richten außerordentlich erschwert und besonders bei langen Platten teilweise unmöglich macht. Die

auftretenden Federungen sind ziemlich bedeutend, denn es hat beispielsweise eine Richtmaschine für Bleche von 25 mm Dicke und 2,2 m Breite einen Arbeitsdruck von 600 t. Es ist bei einer gut gebauten Blechrichtmaschine daher von vornherein das größte Gewicht darauf zu legen, daß die Richtewalzen eng beieinander liegen und gut unterstützt sind. Bei Maschinen mit unterstützten Richtewalzen legte man seither die Unterstützungswalzen meist senkrecht unter die Richtewalzen. Auch diese Konstruktion hat noch ihre Nachteile, da sie ein seitliches Abweichen der Walzen und damit doch noch einen gewissen Durchhang zuläßt. Um diesem Übelstand abzuhelpen, wurden die Unterstützungsrollen der Richtewalzen so angeordnet, daß die Walzen jeweils von einem Stützrollenpaar gefaßt werden, wodurch das seitliche Ausweichen hintangehalten wird. Außerdem sind die Stützrollen verstellbar angeordnet, so daß man bei sehr starken Blechen, bei denen die Durchfederung infolge des Arbeitsdruckes naturgemäß größer wird, durch Verstellen der Stützrollen der Durchfederung soweit entgegenwirken kann, daß die Walze selbst bei maximaler Belastung dauernd eine Gerade bildet. Abnahmeergebnisse bei diesen Richtmaschinen haben gezeigt, daß man selbst stark verzogene und verhältnismäßig dünne Platten von 10 m Länge mit  $4 \times 5$  maligem Durchgang durch die Maschine sehr gut richten kann. Um die Oberwalze rasch in der gewünschten Weise verstellen zu können, erfolgt die Verstellung nicht von Hand, sondern durch einen besonderen Motor; jedoch ist für die Feineinstellung auch noch eine Handverstellung vorgesehen. Großes Gewicht ist bei der Maschine auf eine leichte und übersichtliche Bedienbarkeit gelegt. So wurden denn auf der als Bedienungsseite ausgebildeten Stirnseite der Maschine alle Steuerapparate untergebracht. Man sieht zunächst die beiden Controller für das Reversieren der Maschine und für das Heben und Senken der oberen Richtewalzen; ferner die beiden zu den Motoren gehörigen Schaltkästen, sowie einen Bleckstärkenanzeiger, der dem bedienenden Arbeiter jederzeit angibt, um wieviel das Blech durchgerichtet ist; weiter die beiden Handräder für das Verstellen der Ausgangswalzen, die es ermöglichen, das Blech jederzeit gerade aus der Maschine herauslaufen zu lassen, sowie ein großes Handrad für die Gesamtverstellung der oberen Richtewalze. Alle Apparate sind gut übersichtlich und so leicht bedienbar angebracht, daß der bedienende Arbeiter seinen Standort nicht zu wechseln braucht. Die ganze Maschine ist als ein in sich geschlossenes Ganzes gebaut und steht auf einer durchgehenden Fundamentplatte. Es werden also keinerlei Arbeitsdrücke auf das Fundament übergeleitet, wodurch die Fundierungskosten ganz wesentlich

herabgemindert werden, ein Umstand, der bei den schlechten Fundierungsmöglichkeiten an unseren Küsten von ganz besonderer Bedeutung ist.

Abb. 7 zeigt eine der neuen Tafelscheren für Schiffswerften. Diese außerordentlich sauber und billig arbeitende Maschine war seither auf unseren Werften sehr wenig heimisch, trotzdem sie große Vorteile bietet; sie fängt jedoch jetzt an, sich sehr rasch einzubürgern. Die Maschinen werden meist für Messerlängen von  $2\frac{1}{2}$ , 3 und  $3\frac{1}{2}$  m gebaut und dienen in der Hauptsache zum Spalten und Besäumen von Außenhaut-, Boden-, Decks- und Schottplatten. Die große Messerlänge verbürgt neben einer außerordentlich

**Neuzeitliche Kurbelblechtafelschere mit Vorrichtung zum Schneiden von Stemmkan-**

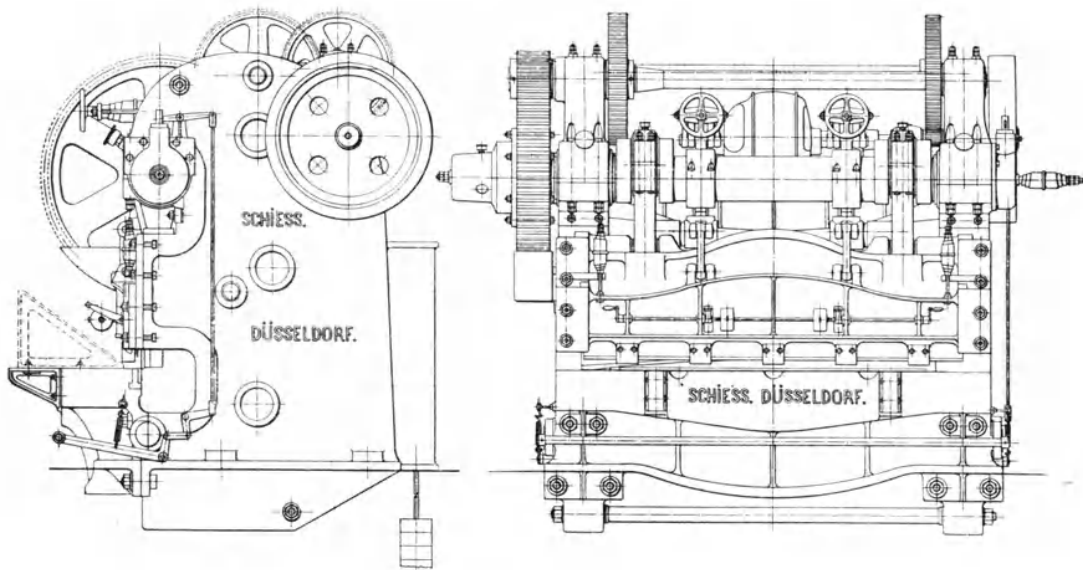


Abb. 7.

raschen Arbeit einen absolut sauberen und geraden Schnitt, so daß die mit diesen Maschinen besäumten Bleche nicht gehobelt zu werden brauchen. Eine besondere Vorrichtung gestattet außerdem das Anschneiden von Stemmkan-

Die Maschine ist sehr kräftig und stabil gebaut und mit einem automatisch wirkenden, druckregelnden Materialniederhalter versehen, der auch beim Anschneiden der Stemmkan-

Falls die Maschine mit einer entsprechend großen Ausladung vorgesehen wird, ist sie auch außerordentlich vorteilhaft zum Zuschneiden von Stringerplatten benutzbar. Die Aufstellung einer solchen Maschine wird neben einer großen Verbilligung des Besäumens der Platten auch zu einer wesentlichen Verrin-

**Vielspintelige automatische Bohrmaschine für Schiffsplatten.**

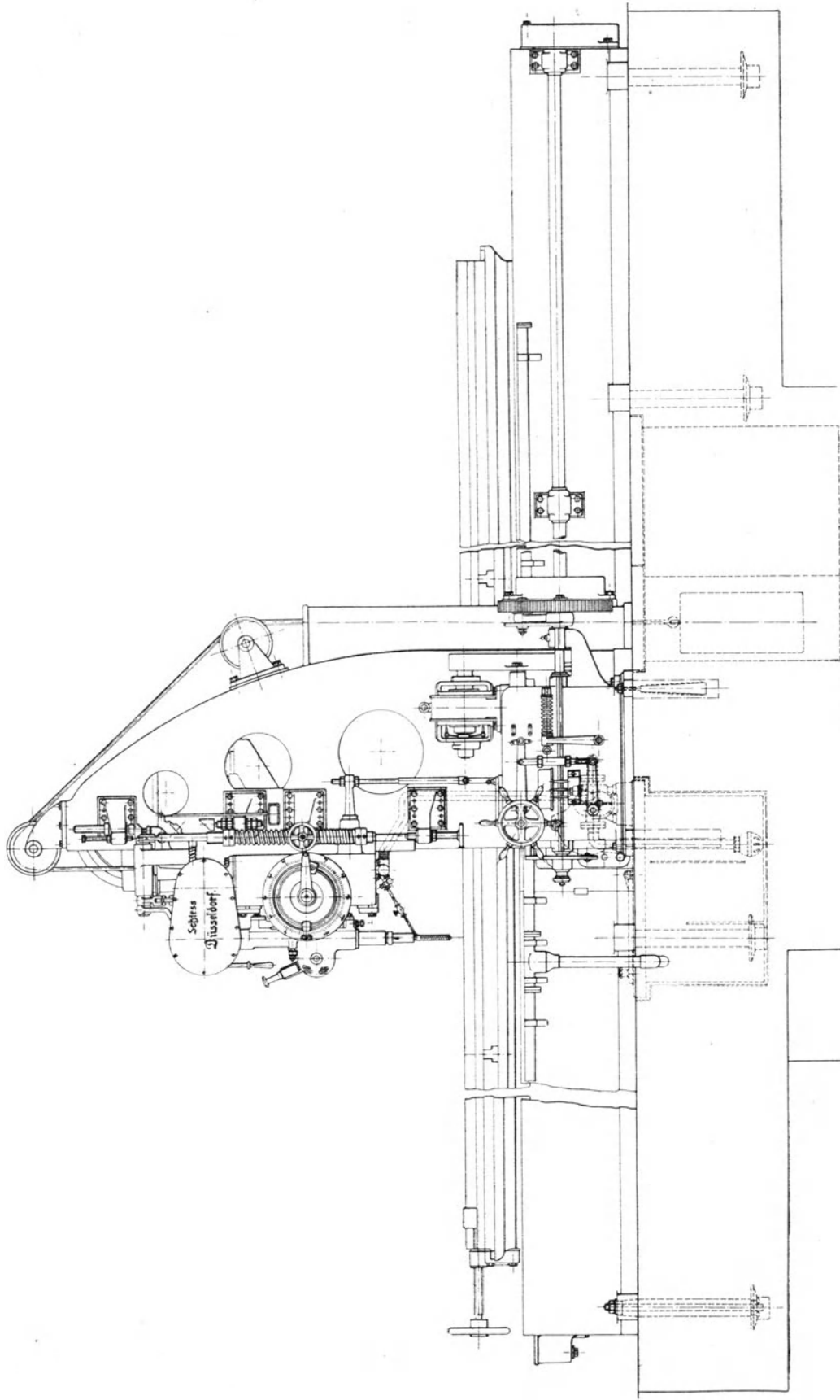


Abb. 8.

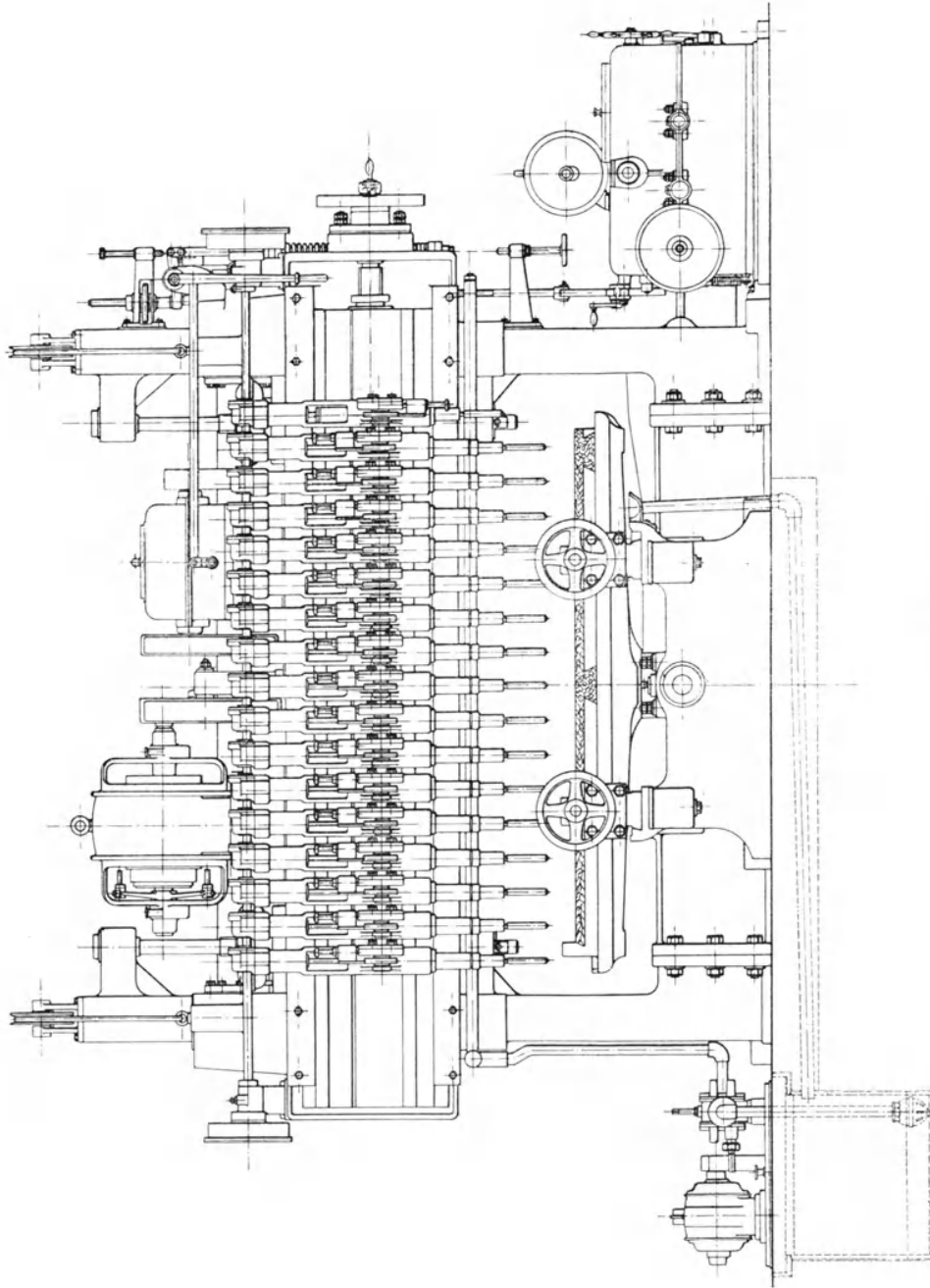


Abb. 8 a

gerung der Arbeiterzahl beitragen, da zwei ungelernete Leute täglich mühelos 20—25 Platten von  $10 \times 2,2$  m mit ihr allseitig besäumen können. Leichte Bedienbarkeit bei großer Arbeitsleistung und Genauigkeit der ausgeführten Arbeiten sind die Hauptvorzüge dieser Maschine, die sich voraussichtlich bald auf allen Werften einbürgern dürfte.

Abb. 8 zeigt eine der neuen, von Schieß zum Patent angemeldeten vielspindeligen automatischen Bohrmaschinen für Schiffsplatten. Der Hauptvorteil der Maschine ist, daß sie automatisch teilt, die mit ihr gebohrten Platten also weder zugelegt noch angekörnt zu werden brauchen. Sie dient vorzugsweise zum gleichzeitigen Bohren mehrerer gleicher Platten, die zu einem Plattenpaket vereinigt werden, sie eignet sich daher besonders zum Dock- und Pontonbau sowie zum Bau von Schwesterschiffen (Serienschiffen), sie läßt sich aber auch gleich gut zum Bau von Einzelschiffen verwenden, besonders für mittlere und große Frachtdampfer, da diese ziemlich völligen Schiffe ein im Vergleich zum ganzen Schiff sehr großes paralleles Mittel-schiff haben, indem sich eine große Anzahl gleicher Platten sowohl in der Außenhaut als auch besonders im Boden- und Doppelboden, sowie in den Decks und Schotten erzielen lassen. Selbstverständlich wird man bei Verwendung dieser Maschine schon im Konstruktionsbüro auf die Platteneinteilung sowie auf die Lochteilungen etwas Rücksicht zu nehmen haben. Auf den ersten Blick erscheint dies schwierig, doch, wie erwähnt, ist diese Schwierigkeit nur scheinbar und verhältnismäßig leicht zu beheben. Eine unserer Nordseewerften, auf der diese Maschine seit nunmehr zwei Jahren arbeitet, hat diese Schwierigkeit mühelos überwunden und sehr gute Ergebnisse erzielt. Ich darf daher vielleicht an dieser Stelle an eine diesbezügliche Veröffentlichung von Herrn Dipl.-Ing. Friedrichs aus Einswarden in Nr. 17 XVIII. Jahrgang 1917 des „Schiffbaues“ erinnern. Wie bereits erwähnt, teilt die Maschine vollständig automatisch, wobei es nicht einmal nötig ist, daß die Lochteilungen der Längsnähte der Platten konstant sind, da der Teilapparat mit einer Vorrichtung versehen ist, die jederzeit die Einstellung unregelmäßiger Teilungen ohne Zeitverlust oder Stillsetzen der Maschine gestattet, deren Größe an einer besonderen Teilscheibe in zehnfacher Vergrößerung abgelesen werden kann. Die Maschine wird von nur einem Arbeiter bedient, der mühelos täglich 6 Außenhautplatten von  $10 \times 2,2$  m oder 8—10 Boden- oder Doppelbodenplatten gleicher Abmessung mit ihr bohren kann. Neben dem gänzlichen Fortfall der Zulage und des Ankörnens bietet die Bearbeitung der Platten mit dieser Maschine dabei noch den Vorteil, daß die

Löcher beim Anieten ans Schiff so genau passen, daß das lästige und teure Nachräumen der Nietlöcher vollständig wegfällt. Beim gleichzeitigen Bohren von nur 6 Platten betragen die Ersparnisse gegenüber der Bearbeitung mit Lochwerken bereits über 50 %, abgesehen von den Ersparnissen durch Wegfall der Nachräumarbeiten. Die Maschine dürfte daher überall da, wo Arbeitermangel herrscht, vorzügliche Dienste tun und sich rasch einbürgern.

Abb. 9 zeigt ebenfalls eine der neuen von der Maschinenfabrik Schieß zum D. R. P. angemeldeten Bohranlagen mit Radialbohrmaschinen. Diese Maschinenanlage bildet gewissermaßen eine Ergänzung und Erweiterung der vorbeschriebenen vielspindeligen automatischen Bohrmaschine. Während die automatische Bohrmaschine in der Hauptsache zum Bohren der rechtwinkligen Platten für das parallele Mittelschiff dient, werden mit dieser Maschine die nicht mehr ganz rechtwinkligen Platten des Vor- und Hinterschiffes gebohrt. Die mit dieser Bohranlage zu bearbeitenden Platten werden vorteilhaft erst zugelegt. Sodann muß die obere Platte jedes Paketes vorgekörnt werden, um sozusagen als Schablone zu dienen. Die ganze Bohranlage besteht aus drei Radialbohrmaschinen und zwei Auflagetischen. Die Auslegearme der Radialbohrmaschinen sind so bemessen, daß sie ein Plattenpaket von  $10 \times 2,2$  m vollständig bestreichen und alle Löcher ohne Verschieben des Paketes gebohrt werden können. Die Bohrmaschinen selbst sind ganz besonders für die im Schiffbau an sie herantretenden Anforderungen durchkonstruiert. Neben einer außerordentlich kräftigen Bauart, die auch dem angestrengtesten Dauerbetrieb gewachsen ist, sind die dem Verschleiß ausgesetzten Teile bei dieser Maschine auf das denkbar geringste Maß beschränkt. Um selbst beim Bohren mit der größten Ausladung der Maschine ruhig zu stehen und auf diese Weise Bohrerbrüche zu vermeiden, ist die Maschine mit einer automatisch wirkenden elektrischen Bremse versehen. Diese Bremsvorrichtung ist so eingerichtet, daß sie nicht besonders durch Schalter oder andere Hilfsmittel betätigt zu werden braucht; sie schließt sich vielmehr selbsttätig beim Aufsetzen des Bohrers auf das Blech und löst sich ebenfalls selbsttätig beim Rückgang des Bohrers. Durch diese elektrische Festspannvorrichtung ist man in der Lage, die drei Maschinen der Bohranlage von nur einem jugendlichen Arbeiter oder einer Arbeiterin bedienen zu lassen. Ein leicht einstellbarer Anschlag löst nach erfolgter Durchbohrung die Bohrspindel selbsttätig vom Vorschub und läßt sie selbsttätig im Moment zurückgehen, wodurch der Arbeiter sofort sieht, wann ein Loch durchgebohrt ist und die Spindel auf ein neues eingestellt werden muß. Ein weiterer Vorzug dieser Anlage ist die An-



Bohranlage mit Radialbohrmaschinen.

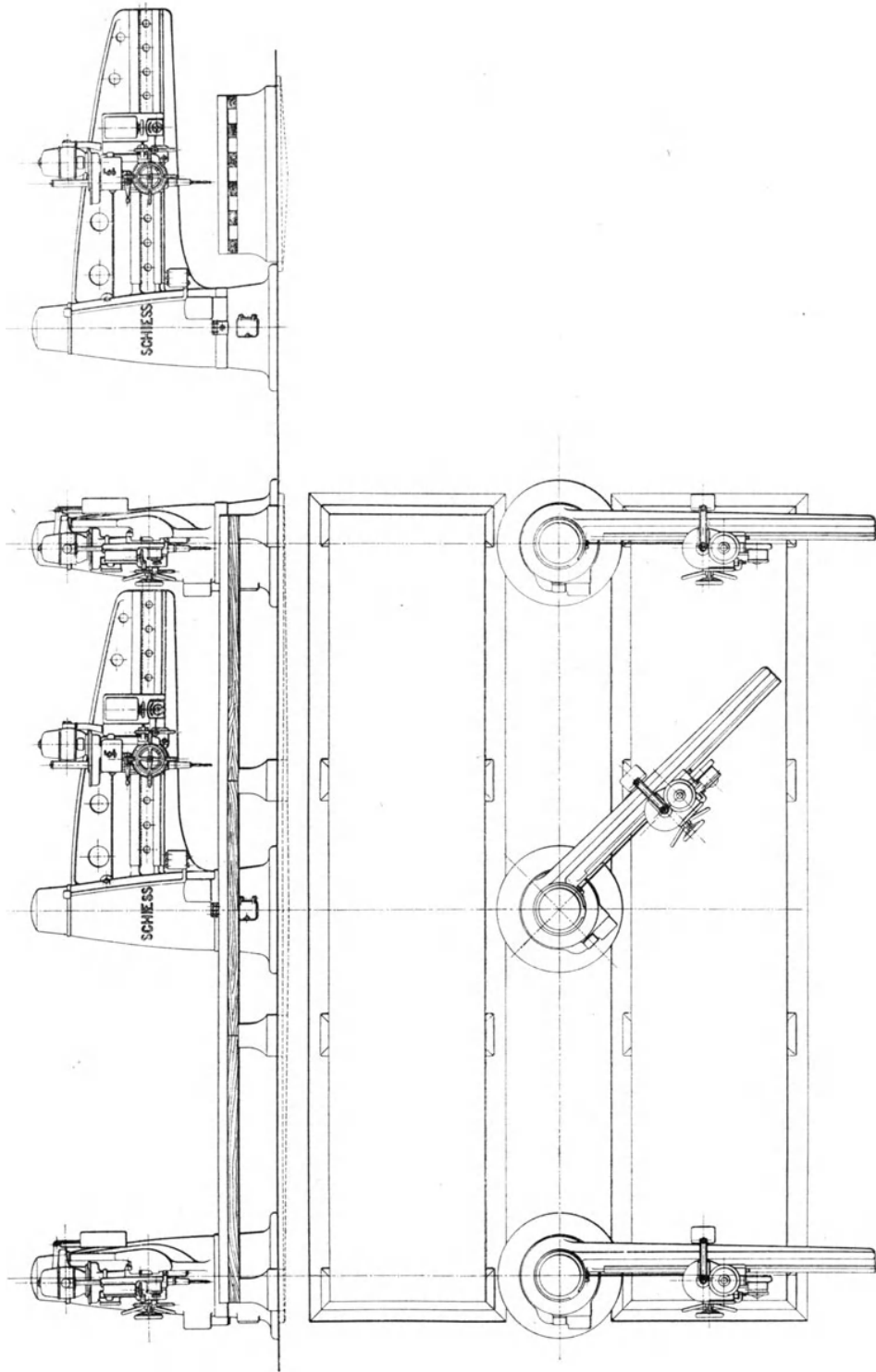


Abb. 9.

ordnung zweier Auflagetische für die Platten bzw. die Plattenpakete. Hierdurch wird ermöglicht, daß während auf dem einen Tisch gebohrt wird, das fertige Plattenpaket von dem anderen heruntergenommen und ein neues aufgelegt werden kann, wodurch eine wirtschaftliche Ausnutzung der Maschine gewährleistet wird, da die Wartezeiten für das Auf- und Ablegen und Ausrichten der Plattenpakete und der hierdurch bedingte Stillstand der Maschine wegfällt. Da die Radialbohrmaschine selbst im vollen Kreis drehbar ist, gestattet sie diese Aufstellungsart, und selbst wenn, wie es beim Einzelschiffbau ja der Fall ist, gleichzeitig nur zwei Platten (Steuerbord- und Backbordplatte) gebohrt werden, so arbeitet diese Anlage schon wesentlich günstiger als Lochwerke, da selbst dann ein jugendlicher Arbeiter oder eine Arbeiterin täglich mit Leichtigkeit 4 Platten bohren kann. Zudem wird dabei der Lohn für das Durchnageln der zweiten Platte gespart.

A b b. 10 und 11 zeigen normale Blechkantenhobelmaschinen. Auch diese früher sehr vernachlässigten Maschinen wurden einer eingehenden Umkonstruktion unterworfen. Vor allen Dingen wurde ihr Bett ganz wesentlich verstärkt und mit prismatischen Führungen versehen. Die beiden Endständer für die Aufnahme des Spannbügels sind bei dieser Maschine vollständig vom Bett getrennt und lediglich mit dem Aufspanntisch, der wesentlich verstärkt wurde, verbunden, damit keinerlei Spanndrücke das Bett ungünstig beeinflussen können; denn bei den seither durchweg angewandten Konstruktionen wurde ein Verziehen des Bettes durch das Verbinden desselben mit dem Aufspanntisch und den Endständern für den Spannbügel hervorgerufen, was die Schnittfähigkeit der Hobelstähle und ihr Schneidehalten sehr ungünstig beeinflusste. Der Support der Maschine ist nicht mehr als Wendestahlhalter, sondern als Doppelsupport ausgebildet, so daß gleichzeitig zwei Stähle arbeiten, wodurch einerseits das häufige Nachschleifen derselben vermieden wird und andererseits die Stähle keine so sorgfältige Bearbeitung erfordern. Außer dieser Konstruktion mit Spannbügel wird die Maschine auch noch mit elektromagnetischer Festspannung ausgeführt. Diese Festspannung eignet sich vermöge des viel rascheren Aufspannens überall da, wo lediglich Schiffsbleche ohne Nickelzusatz verarbeitet werden, wie dies besonders im Handelsschiffbau der Fall ist; da, wo mit der Maschine auch Nickelstahlplatten bearbeitet werden sollen, empfiehlt sich die elektromagnetische Aufspannung nicht, da die Platten bei einem gewissen Nickelgehalt von dem Magneten nicht mehr festgehalten werden. Die Maschinen werden, wie es auch die Abbildungen zeigen,

Blechkantenhobelmaschine mit Antrieb durch Umsteuermotor.

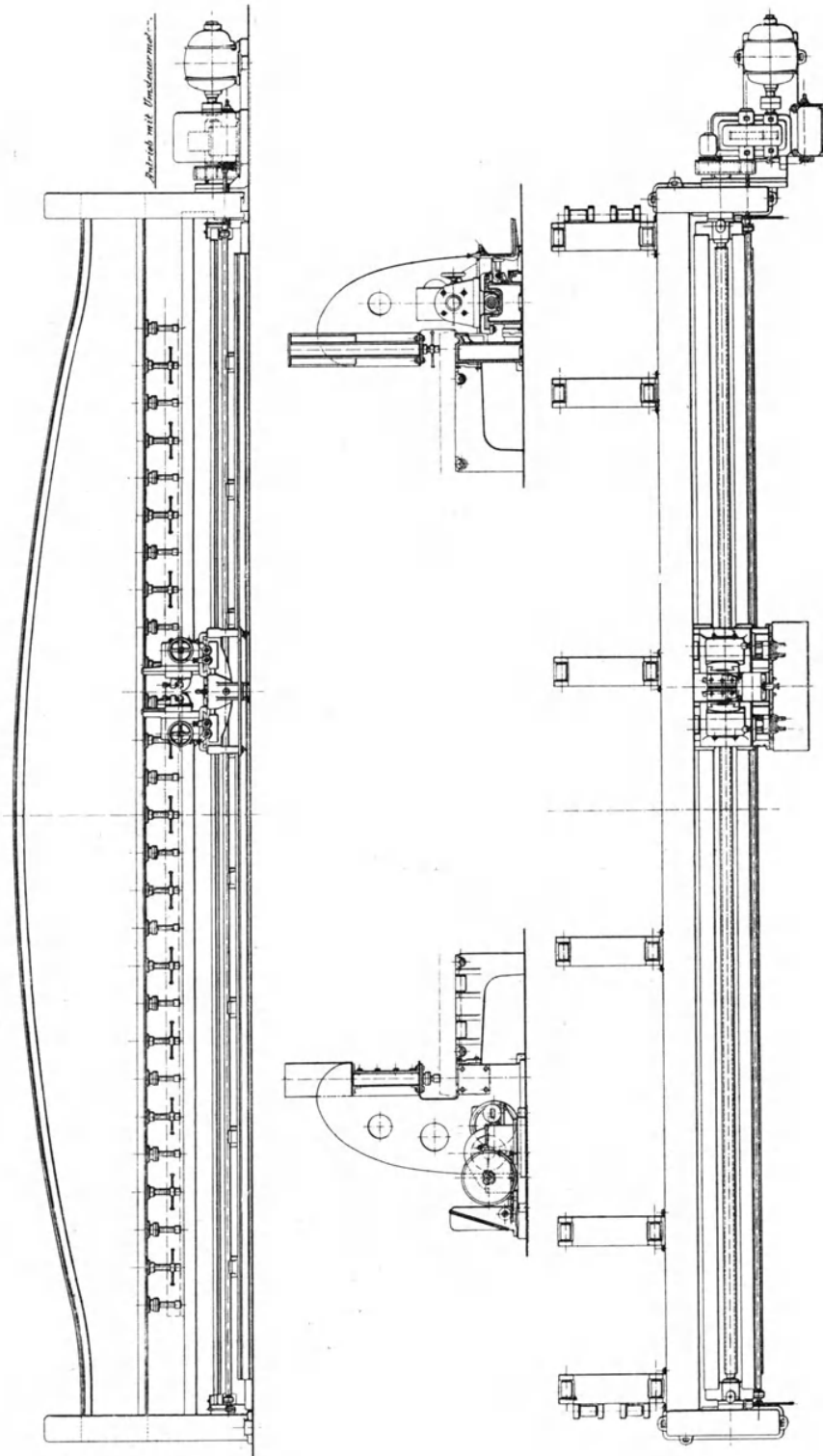
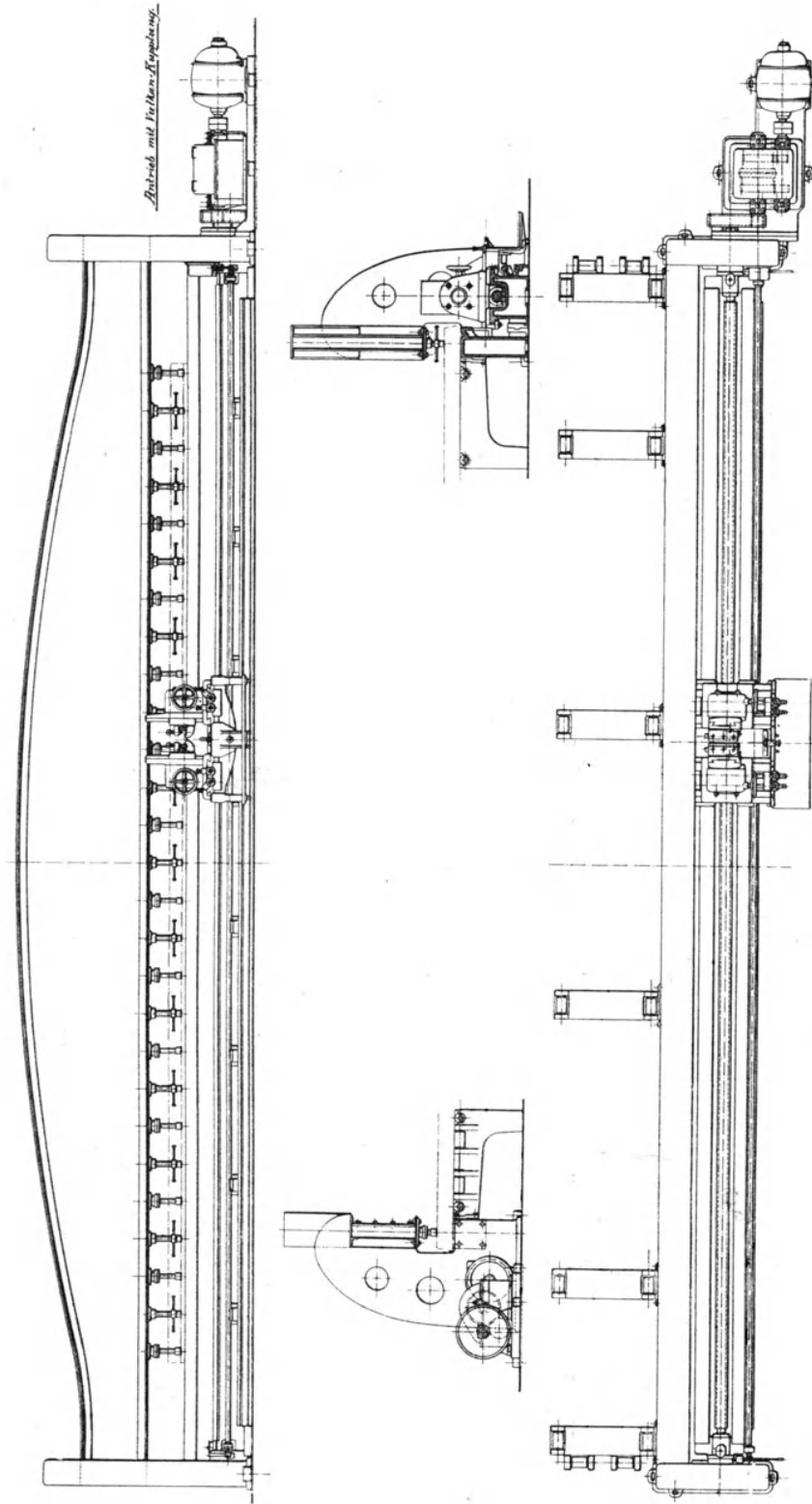


Abb. 10.

**Blechkantenhobelmaschine mit Antrieb durch Durchlaufmotor und elektromagnetische Umkehrkupplung.**



sowohl für Antrieb mit Umsteuermotor als auch für Antrieb mit durchlaufendem Motor und Umkehrkupplung ausgeführt.

Abb. 12 zeigt eine neuzeitliche Versenkanlage. Bekanntlich wurden Versenkmachines seither meistens als Wandversenkmachines ausgebildet und die zu versenkenden Platten unter ihnen wegbewegt, wie es Abb. 13 zeigt. Um nun einerseits die Kosten für das häufige Verschieben der Platten zu ersparen und andererseits die Maschine vollständig ausnutzen zu können, haben wir, ähnlich wie bei unserer unter Abb. 9 beschriebenen Bohranlage, eine freistehende Versenkmachine konstruiert und sie zu je zweien als Versenkanlagen zusammengezogen. Diese Versenkanlagen bestehen aus zwei freistehenden Versenkmachines, deren Auslegerarm so bemessen ist, daß mit ihnen Blechplatten von  $10 \times 2,2$  m vollständig bestrichen werden können, und zwei dazugehörigen Auflagetischen. Während auf dem einen Tisch versenkt wird, kann auf dem anderen bereits eine neue Platte aufgelegt und soweit als nötig angemalt werden. Durch diese Aufstellungsart wird zunächst das Verschieben der Platten vermieden und ferner eine gute Ausnutzung der Maschinen gewährleistet, da sie fortgesetzt arbeiten können. Bei dieser Aufstellungsart wird man also mit weniger Versenkmachines und entsprechend weniger Versenkern auskommen, so daß die höheren Anschaffungskosten bei weitem durch die Ersparnisse an Arbeitszeit und Löhnen sowie dadurch, daß man weniger Maschinen benötigt, ausgeglichen werden. Da, wo Plattenpakete versenkt werden sollen, also vorzugsweise im Serienschiffbau, sind die Versenkanlagen außerdem noch mit zwei schwenkbaren Krangestellen ausgerüstet, die ein Wenden der Platten gestatten, ohne daß man gezwungen ist, den Werkstättenkran zu Hilfe zu nehmen. Bei dem herrschenden und voraussichtlich noch lange Zeit anhaltenden Arbeitermangel dürfte die Beschaffung dieser Art Versenkbänke besonders zu empfehlen sein, denn dadurch, daß es möglich ist, die Platten jeweils schon einige Zeit vor dem Versenken auf den zweiten Tisch aufzulegen, werden außerdem Transportkosten durch das Hinlegen und spätere Aufbringen auf die Versenktische gespart; wie denn überhaupt ein Grundsatz bei den ganzen hier vorgeführten Konstruktionen der gewesen ist, durch die Anordnung der Maschinen auch gleichzeitig die unproduktiven Löhne und besonders die Transportkosten zu verringern.

Abb. 14 zeigt eine neue halbautomatische Ausschärfmaschine. Auch bei der Konstruktion dieser Maschine war das Bestreben ausschlaggebend, menschliche Arbeitskräfte soviel wie möglich zu sparen. Bekanntlich müssen die derzeit gebräuchlichen Ausschärfmaschinen von zwei Leuten bedient wer-

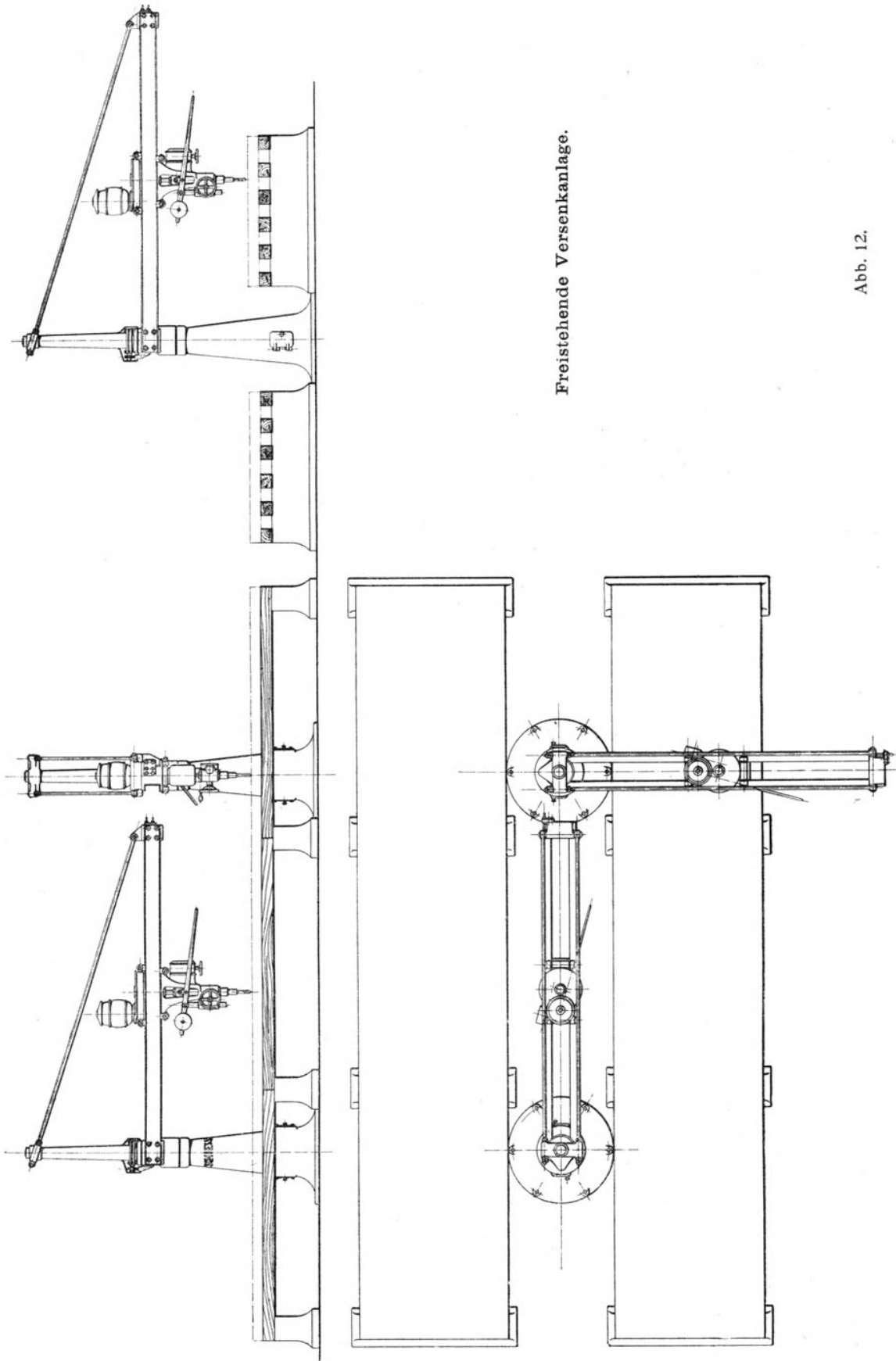


Abb. 12.

Normale Handversenkmaschine.

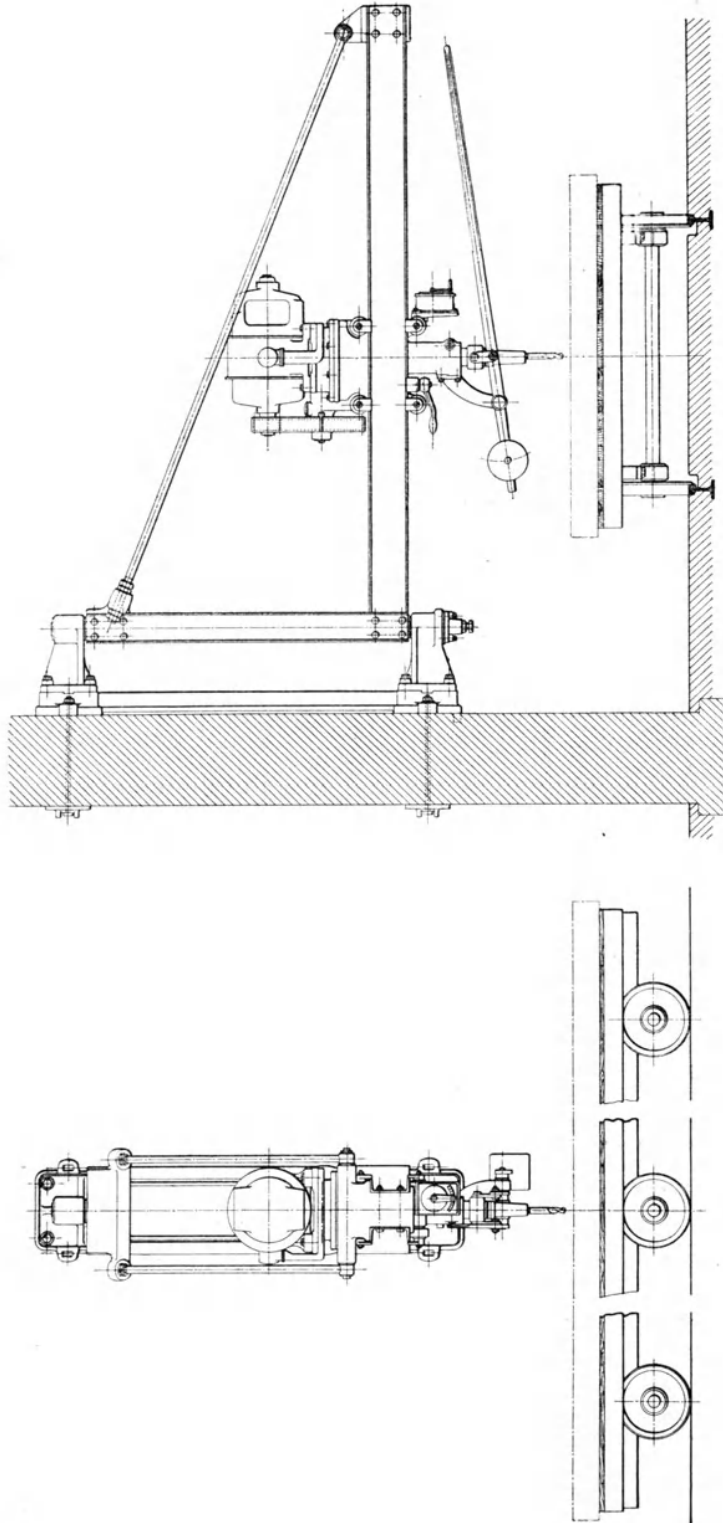


Abb. 13.

Halbautomatische Ausschärmaschine.

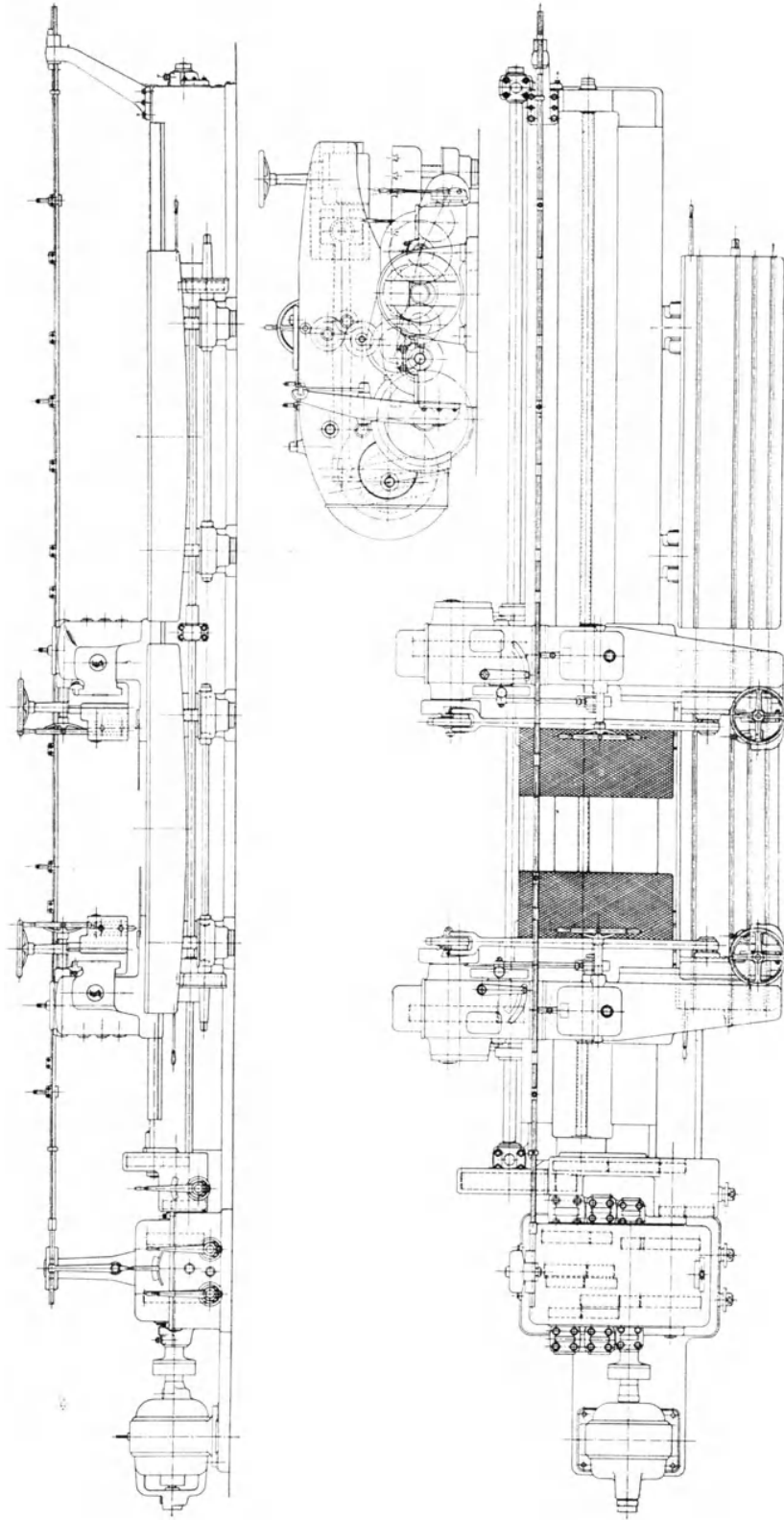


Abb. 14.



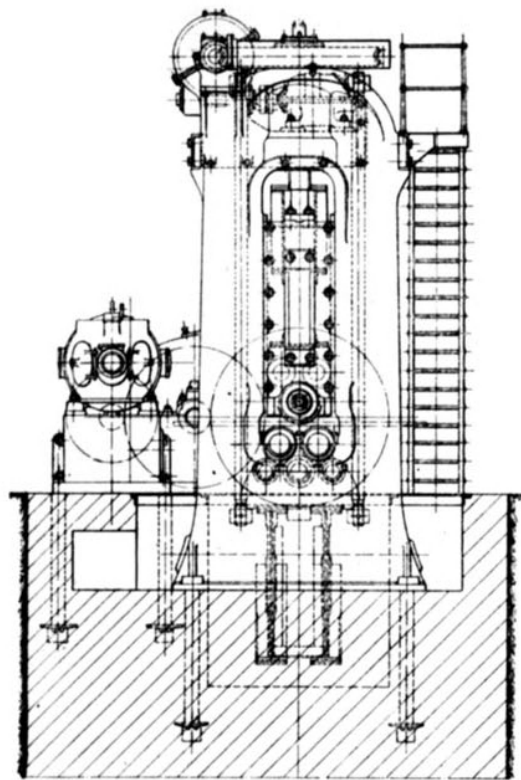
den, von denen einem die Beobachtung der Maschine, d. h. also das Ansetzen und wieder Ausrücken nach beendigter Schärfe, obliegt, während der zweite auf dem zweiten Tisch der Maschine eine neue Platte zum Ausschärfen aufspannt. Um nun den ersten Arbeiter zu ersparen, wurde die Maschine mit automatischer Auslösevorrichtung versehen. Der die Maschine bedienende Arbeiter hat lediglich notwendig die Breite der gewünschten Schärfe an den hierfür vorgesehenen Anschlagnocken einzustellen, und kann dann die Maschine sich selbst überlassen und eine zweite Platte aufspannen, da das Auslösen der Maschine nach beendigter Schärfe automatisch erfolgt. Entsprechend dem sich auf den Schiffswerften immer mehr einbürgernden Drehstrombetrieb ist die Maschine mit einem Räderkasten versehen, der es gestattet, dem Schneidwerkzeug vier verschiedene Geschwindigkeiten zu geben. Die Konstruktion der Maschine ist dabei so stark bemessen, daß mit ihr Späne bis 50 qmm Querschnitt leicht abgehoben werden können, so daß man auch die größten Schärfen einschnittig herstellen kann. Der Vorschub der Maschine ist in außerordentlich weiten Grenzen variabel. Zur Erleichterung des Aufspannens und Ausrichtens der Platten sind die Tische der Maschine mit einem Anschlaglineal versehen. Die Tische selbst sind zum Einstellen der Schärfe maschinell schwenkbar, so daß die zeitraubende und ungenaue Handeinstellung wegfällt. Wie bereits erwähnt, lassen sich durch Wegfall des einen Arbeiters und durch den Umstand, daß man auch die größten Schärfen einschnittig herstellen kann, die Kosten für das Ausschärfen auf gut die Hälfte der bisher hierfür ausgegebenen Löhne herabmindern. Die Konstruktion der Maschine ist dabei so gewählt, daß alle Teile gut und leicht zugänglich und rasch einstellbar sind, dabei aber durch eine vollständige Kapselung gegen Witterungseinflüsse sowie gegen das Hereinfallen von Fremdkörpern und die dadurch bedingten Zerstörungen vollständig gesichert sind.

A b b. 15 zeigt eine der neuen Dreiwalzen-Blechbiegemaschinen für Schiffbauzwecke. Auch diese Konstruktion weicht außerordentlich von der seither allgemein üblichen ab. Auffällig ist bei den englischen Maschinen zunächst der Umstand, daß die Konstruktion nicht absolut in sich selbst geschlossen ist. Bei dieser Maschine muß die untere Stützrollentraverse in ihrer ganzen Länge auf dem Fundament aufliegen, und es werden Arbeitsdrücke unmittelbar auf das Fundament übertragen, wodurch eine sehr starke Belastung des Fundamentes und eine demzufolge schwere Fundamentkonstruktion bedingt wird. Auch die Befestigung der Stützrollentraverse an den Ständern ist außerordentlich ungünstig, da bei den auftretenden starken Drücken

unbedingt mit Durchfederungen der Traverse gerechnet werden muß und diese Durchfederungen sich unmittelbar auf die Ständer übertragen und eine schädliche Beeinflussung der Lagerungen der Unterwalze bedingen. Ferner ist die Anordnung des Antriebes als sehr ungünstig zu bezeichnen. Zunächst ist auffällig, daß die Hauptantriebswelle sehr tief unter Flur liegt und ihre Lagerungen absolut unzugänglich sind. Auch der Antrieb selbst liegt größtenteils unter Flur und ist dabei so mangelhaft geschützt, daß er der Verschmutzung und der durch sie bedingten raschen Abnutzung stark ausgesetzt ist. Auffallend verschieden hiervon ist die in Abb. 15 gezeigte neue Konstruktion. Zunächst ist bemerkenswert, daß die Maschine vollständig in sich selbst geschlossen ist, das Fundament also keinerlei Arbeitsdrücke aufzunehmen hat und daher sehr leicht gehalten werden kann. Rammungen brauchen nur unter den beiden Hauptständern vorgenommen zu werden, da die untere Stützrollentraverse gar nicht mit dem Fundament in Berührung kommt; die von ihr aufgenommenen Drücke vielmehr durch die Seitenständer nach der oberen Traverse übertragen werden. Der Antrieb der Maschine, der vollständig gekapselt ist, liegt über Flur und die Kraftübertragung auf die Unterwalzen erfolgt vermitteltst eines gänzlich geschlossenen Kammwalzenkastens. Unzugängliche Teile sind also vermieden. Auch die Lagerung der oberen Walzen und ihres Stützrollenbügels zeigt wesentliche Verbesserungen gegenüber der alten Maschine. Um eine genaue Einstellmöglichkeit des Stützrollenbügels zu haben und das Spielen desselben beim Konischwalzen auszugleichen, sind seine Kopfdenden kugelig ausgebildet und in Segmentlagern gelagert, die ihrerseits durch Keile genau einstellbar sind. Über der ganzen Maschine zieht sich eine Steuerbühne hin, auf der alle elektrischen Steuerapparate sehr vorteilhaft und leicht übersichtlich angeordnet sind. Außer in dieser Normalkonstruktion wird die Maschine, besonders für den Kriegsschiffbau, auch noch in einer Bauart mit horizontal verschiebbaren Unterwalzen ausgeführt und kann dann bei Anwendung dieser Konstruktion besonders vorteilhaft zum Richten sehr breiter und schwerer Bleche, wie beispielsweise Torpedoschotten, verwendet werden. U. a. ist die größte und schwerste aller bisher gebauten Biegewalzen in dieser Konstruktion ausgeführt worden. Sie biegt und richtet Nickelstahlplatten von 11 m Breite und 60 mm Dicke.

Abb. 16 zeigt eine neue, ebenfalls von Schieß zum D. R. P. angemeldete Schiffsspantenschmiegemaschine. Bekanntlich werden Schmiegemaschinen seither ausschließlich aus England bezogen, und zwar hatte die Firma Davis & Primrose in Edinburg sozusagen das Monopol darauf. Kurz vor

(S. 260 a)



Dreiwalzen Blech

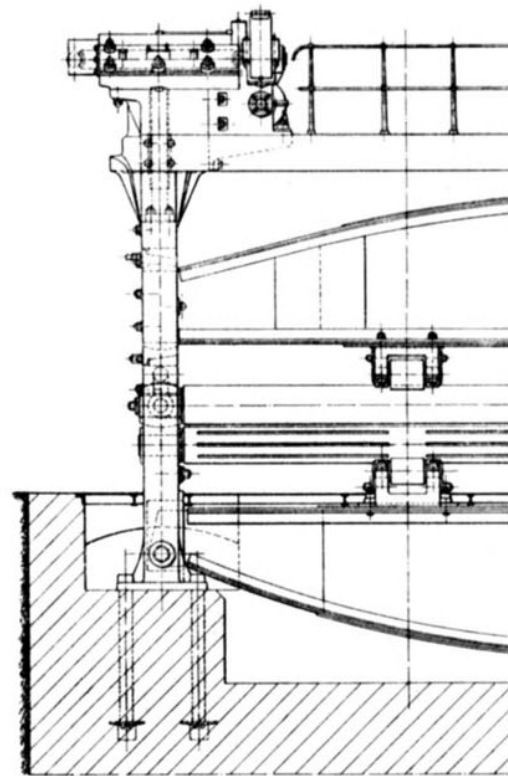
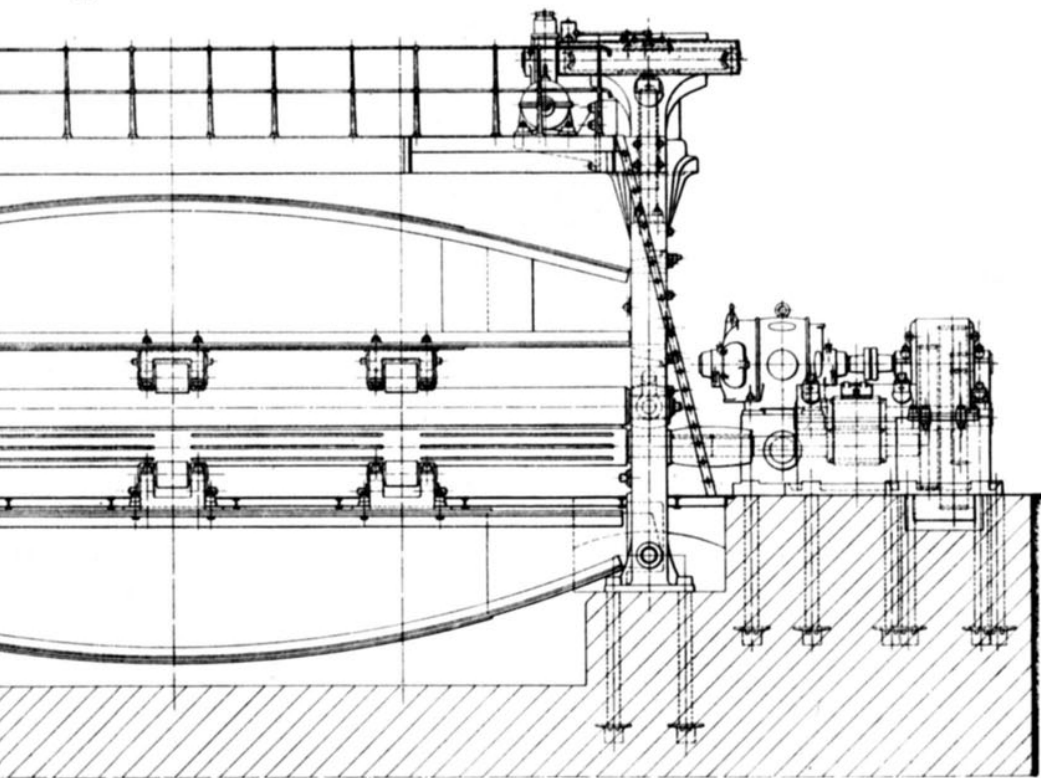


Abb.

echbiegemaschine.



bb. 15.

Ausbruch des Krieges hat sich zwar eine deutsche Firma darangemacht, eine sogenannte „verbesserte deutsche Spantenschmiegemaschine“ auf den Markt zu bringen, die aber lediglich eine in der allgemeinen Konstruktion etwas verstärkte Nachahmung des Patentes von Davis & Primrose darstellte, den Kardinalfehler der englischen Maschine aber, nämlich die Anordnung der Schmiegewalzen, vollständig übernahm. Wie allgemein bekannt, bestand der hauptsächlichste Nachteil dieser Schmiegemaschine darin, daß der angeschmiegte Schenkel des Spantes nicht gerade blieb, sondern im Scheitel des Profils einen Grat bildete, der teilweise durch mühseliges Behauen entfernt werden mußte. Bei der in Abb. 16 dargestellten Schmiegemaschine fällt dieser

**Neuzeitliche deutsche Schiffspantenschmiegemaschine.**

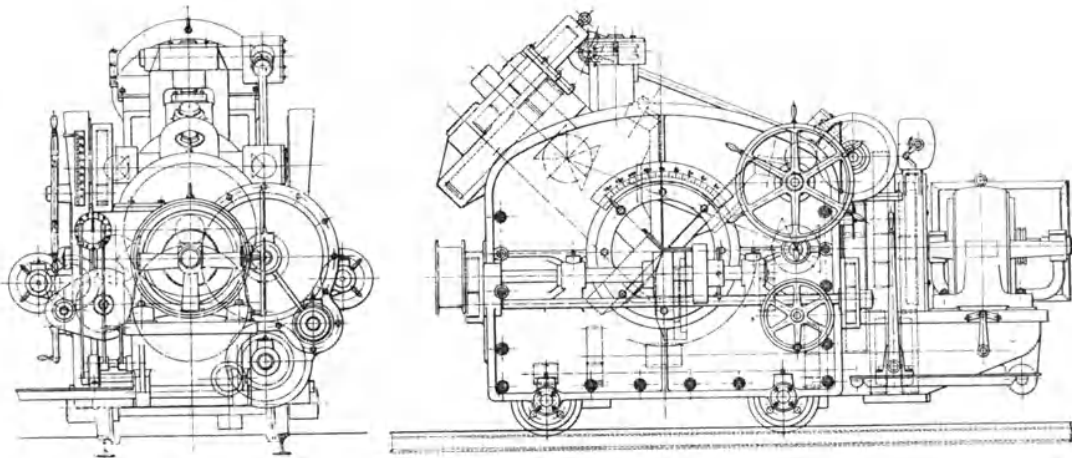


Abb. 16.

Umstand weg, was auf die eigenartige und neue Durchbildung und Anordnung der Schmiegewalzen zurückzuführen ist. Um das Auftreten der vorbesprochenen Gratbildung zu vermeiden, war es vor allen Dingen notwendig, beim Auswinkeln des Spantes den abgebogenen Schenkel nicht mit nur einer Walze abzubiegen, wie es die Davis & Primrosesche Maschine macht, sondern den Schenkel zwischen ein Walzenpaar zu nehmen, was eine Gratbildung und ein Verziehen des Schenkels absolut hintan hält. Die von Schieß angewandte Konstruktion bietet aber außerdem noch den großen Vorteil, daß auf diese Weise das Spant zwischen zwei gleich großen und mit derselben Geschwindigkeit laufenden Walzen gefaßt werden kann, so daß zwei Walzen gleichzeitig und mit derselben Geschwindigkeit angetrieben werden können,

wodurch ein Verziehen des Spants beim Schmiegen vollständig vermieden wird. Neben diesen Vorzügen ist die Maschine natürlich auch in ihrer allgemeinen Konstruktion wesentlich besser durchgearbeitet, als die alte englische. So ist zunächst das Lager für das Schwenken der beiden Schmiegewalzen kreisförmig ausgebildet, so daß der Scheitelpunkt des Winkels und der Schmiegewalze stets derselbe bleibt und keinerlei auch noch so unbedeutende Verschiebungen erfährt. Das Arbeiten mit dieser Maschine verbürgt also einerseits geringe Unkosten, da das Behauen der Spanten wegfällt, und andererseits ein kräftigeres Spant, weil das Spant durch das Behauen selbstverständlich geschwächt wurde.

Abb. 17 zeigt eine neuzeitliche Balkenbiegemaschine, die mit einer Horizontal-Lochmaschine und einer doppelten Formeisen- und Gehrungsschere vereinigt ist. Auch diese Maschine zeigt, abweichend von den seither auf den Werften allgemein benutzten, eine charakteristische Verbesserung. Der Antrieb aller vier Werkzeuge erfolgt von einer gemeinsamen Hebelschwinge aus, welche Antriebsart gestattet, alle vier Werkzeuge in eine Ebene zu legen, so daß die abfallenden Enden bei den Profileisenscheren nicht, wie bei den seitherigen Maschinen, aus verhältnismäßig langen Abfallkanälen mühsam entfernt werden müssen. Der Hauptvorteil der Maschine ist, daß die Formeisen- schere gleichzeitig als Gehrungsschere ausgebildet ist; mit ihr können alle Winkel-, Bulbs- und T-Eisen ohne Messerwechsel und ohne Deformation sowie ohne Schnittverlust sowohl rechtwinklig wie auch in beliebigen rechten und linken Gehrungen geschnitten werden. Die Maschine wird hierdurch für den Schiffbau ganz besonders wertvoll und hilft einem dringenden Bedürfnis ab, da die Gehrungen an Spanten, Balken usw. bisher dadurch hergestellt wurden, daß man die Enden entweder erwärmte und dann die Gehrungen durch Wegmeißeln herstellte, oder aber dieselben durch autogenes Wegbrennen erzeugte. Hierdurch wurden einerseits ziemlich bedeutende Kosten für die Herstellung der Gehrungen verursacht und andererseits ziemlich starke Materialverluste hervorgerufen. Diese beiden Mißstände fallen bei der neuen Maschine vollständig weg, da mit ihr nicht nur die Gehrungen am Ende angeschnitten werden können, sondern der ganze Stab an jeder beliebigen Stelle in Gehrungen geschnitten werden kann. Durch Einsetzen entsprechender Messerplatten kann die Maschine auch zum Schneiden von Z-, U- und I-Eisen benutzt werden. Selbstverständlich ist jedes der sämtlichen Werkzeuge für sich einrückbar, so daß sie sowohl nacheinander wie auch gleichzeitig benutzt werden können. Antrieb und Maschinengestell sind so stark konstruiert, daß

**Neuzeitliche Balkenbiegemaschine vereinigt mit Horizontal-Lochmaschine und doppelter Profleisen- und Gehrungsschere.**

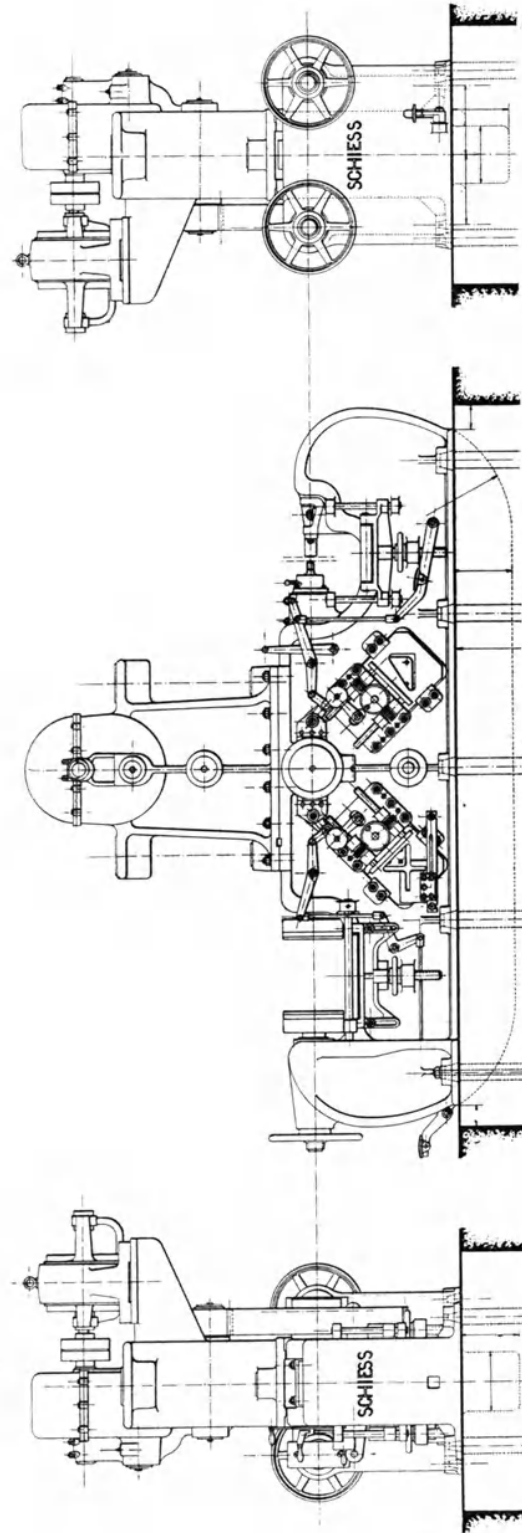


Abb. 17.

man alle vier Werkzeuge gleichzeitig einrücken kann. Die Horizontal-Lochmaschine ist mit einer leicht bedienbaren Körnersuchvorrichtung versehen, so daß man den Stempel vor dem Einrücken genau auf Körnermarke aufsetzen kann, wodurch Fehllochungen und die dadurch bedingten späteren Nachräumarbeiten gänzlich wegfallen. Der Abstreifer der Lochmaschine ist als Momentabstreifer ausgebildet, der sich durch einfaches Verziehen eines Handgriffes augenblicklich für jede beliebige Dicke des zu lochenden Materials einstellen läßt und dadurch lästigen Stempelbrüchen wirksam vorbeugt. Sowohl die Lochmaschine wie auch die Balkenbiegemaschine sind außer mit der üblichen Handeinrückung mit leicht bedienbaren und vorteilhaften Fußeinrückungen versehen, die den bedienenden Arbeitern gestatten, die zu bearbeitenden Span-

**Schwenkbare Horizontal-Lochmaschine.**

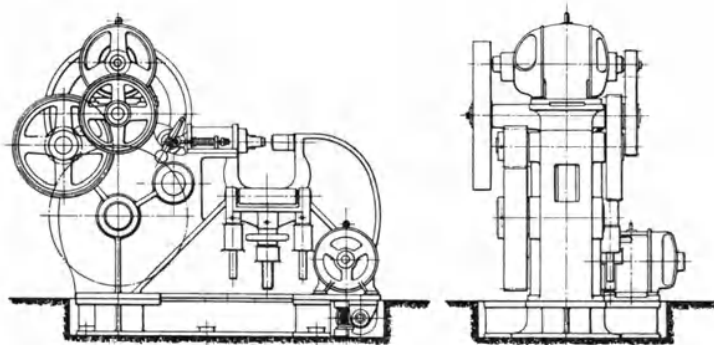


Abb. 18.

ten und Balken mit beiden Händen festzuhalten und die Einrückung des Werkzeuges durch einen Fußtritt zu betätigen, wodurch eine größere Genauigkeit der Arbeiten gewährleistet wird. Vorteilhafte, in der Höhe leicht verstellbare Auflegerollen gestatten eine sorgfältige und gute Führung des zu bearbeitenden Materials. Es ist daher anzunehmen, daß sich auch diese Maschine überall rasch einbürgern wird.

Abb. 18 zeigt eine neue schwenkbare Horizontal-Lochmaschine, die in der Hauptsache zum Lochen stark gekrümmter Spanten und Balken dient. Sie wurde vorzugsweise deswegen schwenkbar konstruiert, um das mühselige fortgesetzte Drehen und Ausrichten des zu lochenden Spantes zu vermeiden. Sie ist nach beiden Seiten um ca. 25 Grad schwenkbar, so daß das zu bearbeitende Spant lediglich in der Längsrichtung verzogen zu werden braucht, während die Einrichtung des Lochstempels auf den jeweiligen Radius durch



(S. 264 a.)

Blechkantenhobelmaschine mit Panz

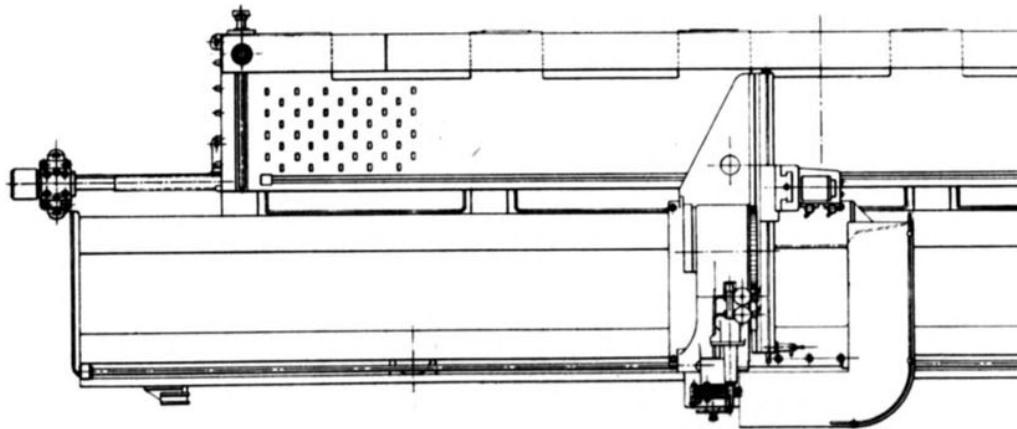
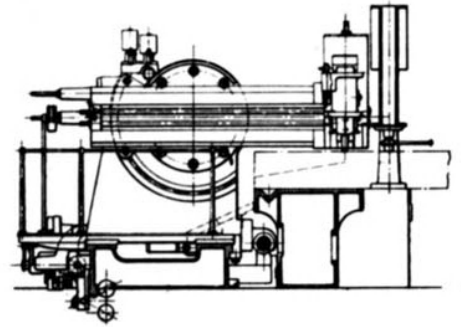
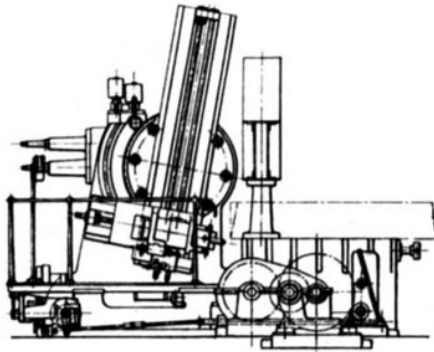
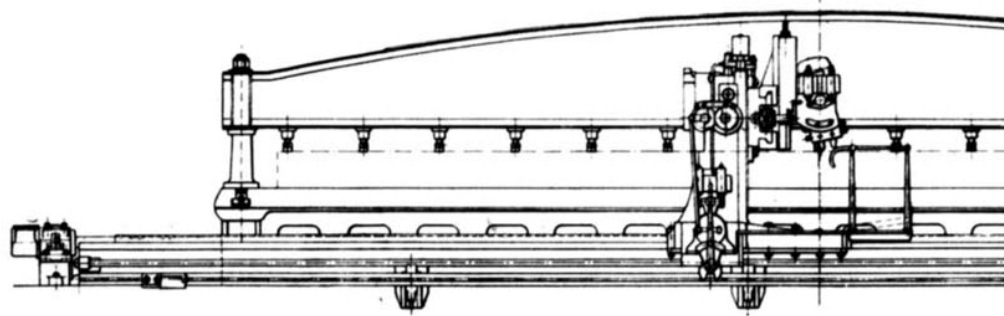
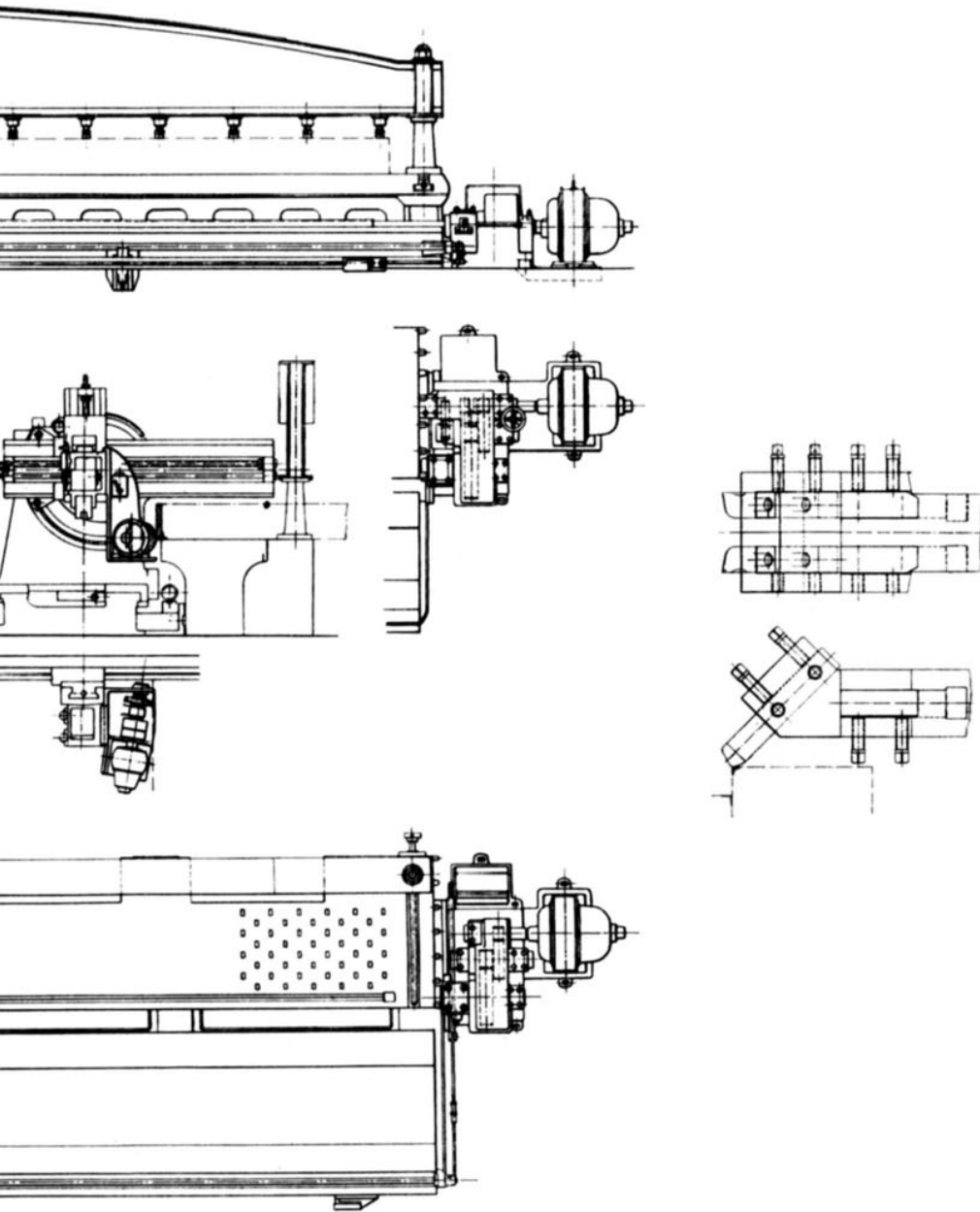


Abb. 1

Panzerplattenhobelmaschine vereinigt.



bb. 19.

Schwenken der Maschine bewerkstelligt wird. Durch diese Schwenkbarkeit werden ganz wesentliche Lohnersparnisse erzielt, besonders durch den Umstand, daß zur Bedienung der Maschine wesentlich weniger Leute benötigt werden, als bei den seither üblichen Bauarten. Auch diese Maschine, die eine vollständige Neuerung darstellt und meines Wissens seither noch nicht ausgeführt ist, dürfte einem dringenden Bedürfnis abhelfen und sich deshalb bald allenthalben einbürgern.

A b b. 19 zeigt eine neuartige Panzerplattenhobelmaschine, die mit einer Blechkantenhobelmaschine vereinigt ist. Diese hauptsächlich dem Großkriegsschiffbau dienende Maschine wird besonders zum Behobeln von Torpedoschotten usw. benutzt; außerdem findet sie Verwendung zum Nachhobeln und Einpassen von Panzerplatten bei Reparaturen. Sie ist so eingerichtet, daß man sowohl wagrechte wie auch senkrechte Flächen mit dem gleichen Support behobeln kann. Dies wurde dadurch erreicht, daß der den Hobelsupport tragende Schlitten durch ein Zahnsegment um 90 Grad schwenkbar angeordnet wurde. Die auf der beigegebenen Abb. 19 gezeichneten Seitenansichten zeigen die Maschine einmal eingestellt zum horizontalen Behobeln von Stoßflächen für Torpedoschotts und das anderemal eingestellt zum vertikalen Behobeln von Panzerplatten oder Blechplattenpaketen. Um besonders beim Behobeln von Panzerplatten die äußere gehärtete Schicht, an der kein Hobelmeißel mehr angreift, entfernen zu können, ist die Maschine noch mit einem besonderen abnehmbaren Schleifapparat versehen, der die durch Behobeln nicht mehr entfernbare gehärtete Schicht wegschleift. Besonders charakteristisch an der Maschine ist der durch eine doppelte Öldruckpumpe vom Stiefelknecht aus betätigte pendelnde Stahlhalter, der so eingerichtet ist, daß beim Vorwärts- und Rückwärtsgang des Supportes besondere Hobelmeißel arbeiten, von denen der jeweils nicht arbeitende automatisch aus der Schneidrichtung ausgeschwenkt wird. Die Maschine ist so stark durchgebildet, daß bei einer Schnittgeschwindigkeit von 12 m pro Minute Späne von 75 qmm von hartem Nickelstahlblech mit 10 % Nickelzusatz mit ihr abgehoben werden können. Sie hat bereits während dieses Krieges auf einer unserer Weserwerften sehr wesentliche Dienste geleistet.

A b b. 20 zeigt eine sogenannte Bodenstückstanze. Diese in T-Form angeordnete Maschine besteht aus einer Lochmaschine und Schere, die mit einer Mannlochstanze vereinigt ist, und dient hauptsächlich zum vollständigen Bearbeiten von Bodenstücken. Diese werden mit der Schere zugeschnitten und mit der Lochmaschine mit den nötigen Nietlöchern versehen, während auf

Bodenstückstanze mit 3 Schwenkkränen.

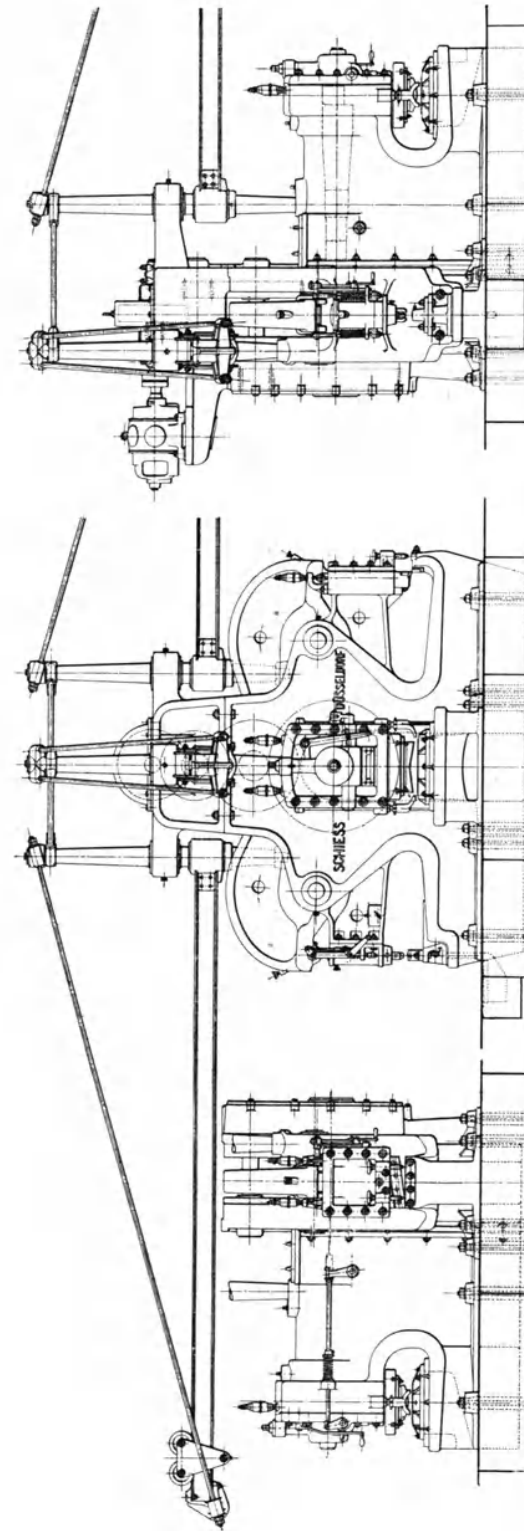
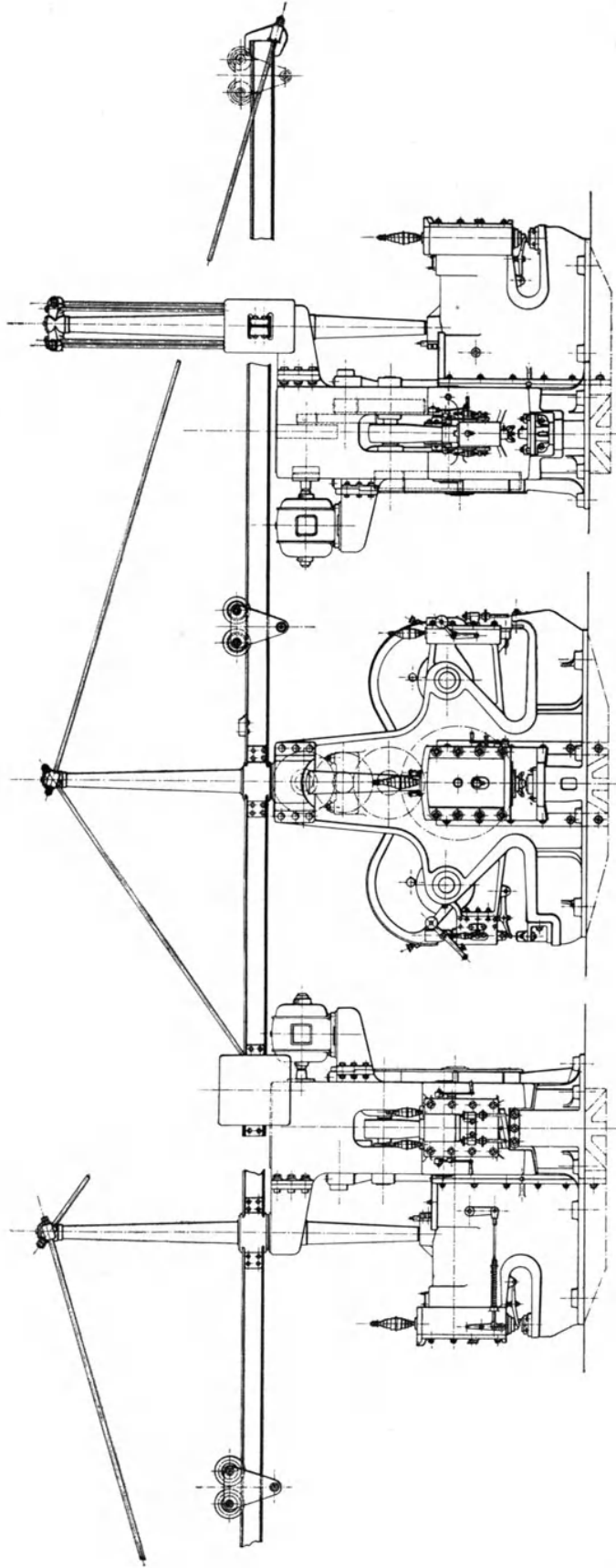


Abb. 20.

**Bodenstückstanze mit einem durchdrehenden Kran.**



**Abb. 21.**

Neuzeitliche Lochmaschine und Schere.

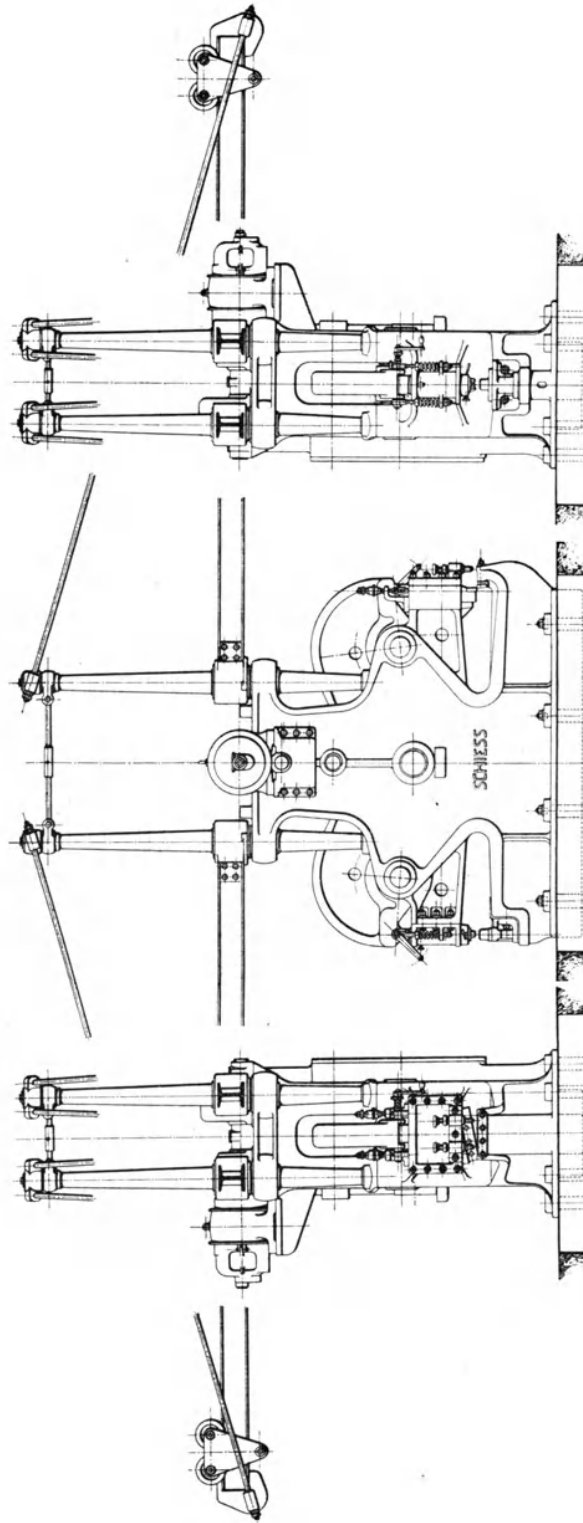


Abb. 22.

Neuzeitliche deutsche Lochmaschine vereinigt mit Schere und Profilleisenschere.

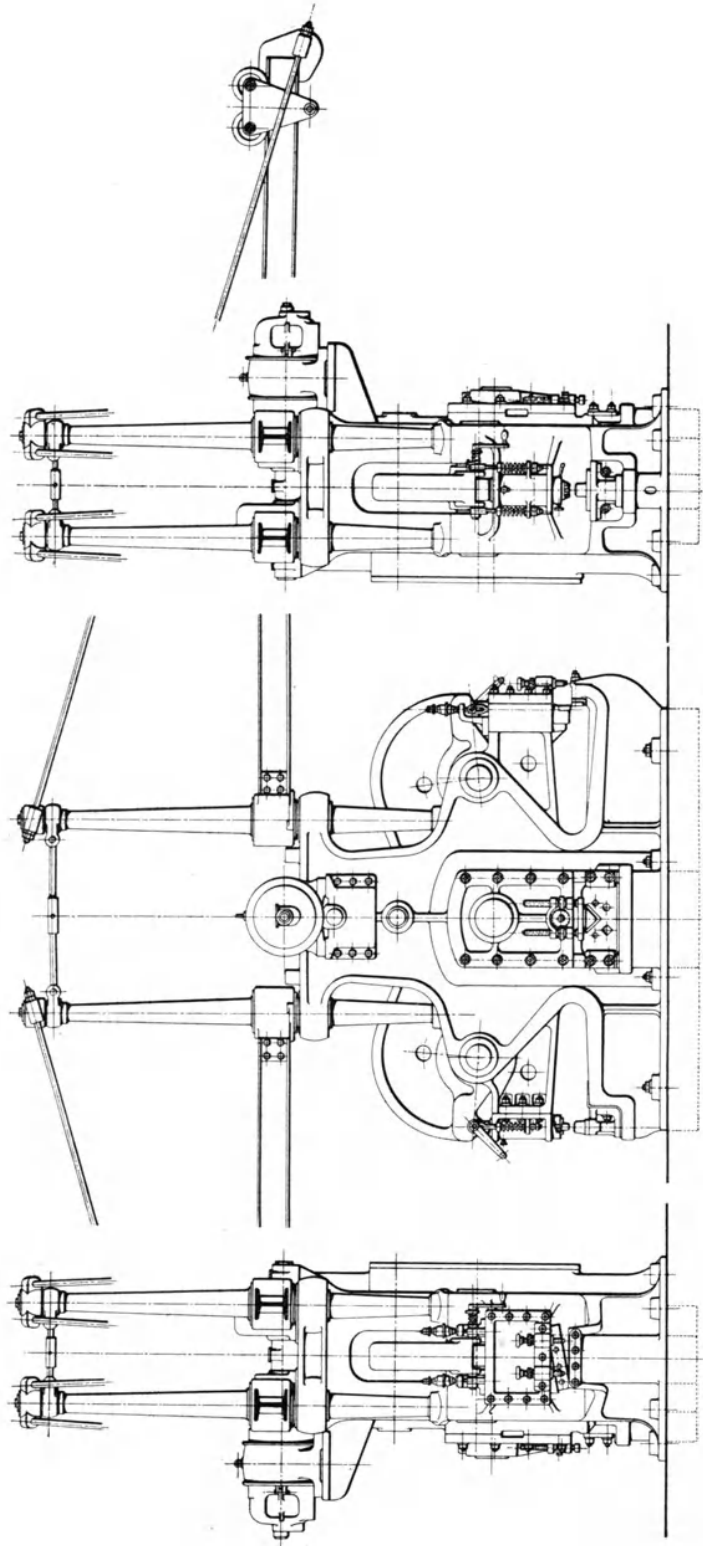


Abb. 23.

**Lochmaschine und Schere vereinigt mit Profleisenschere (alte englische Bauart).**

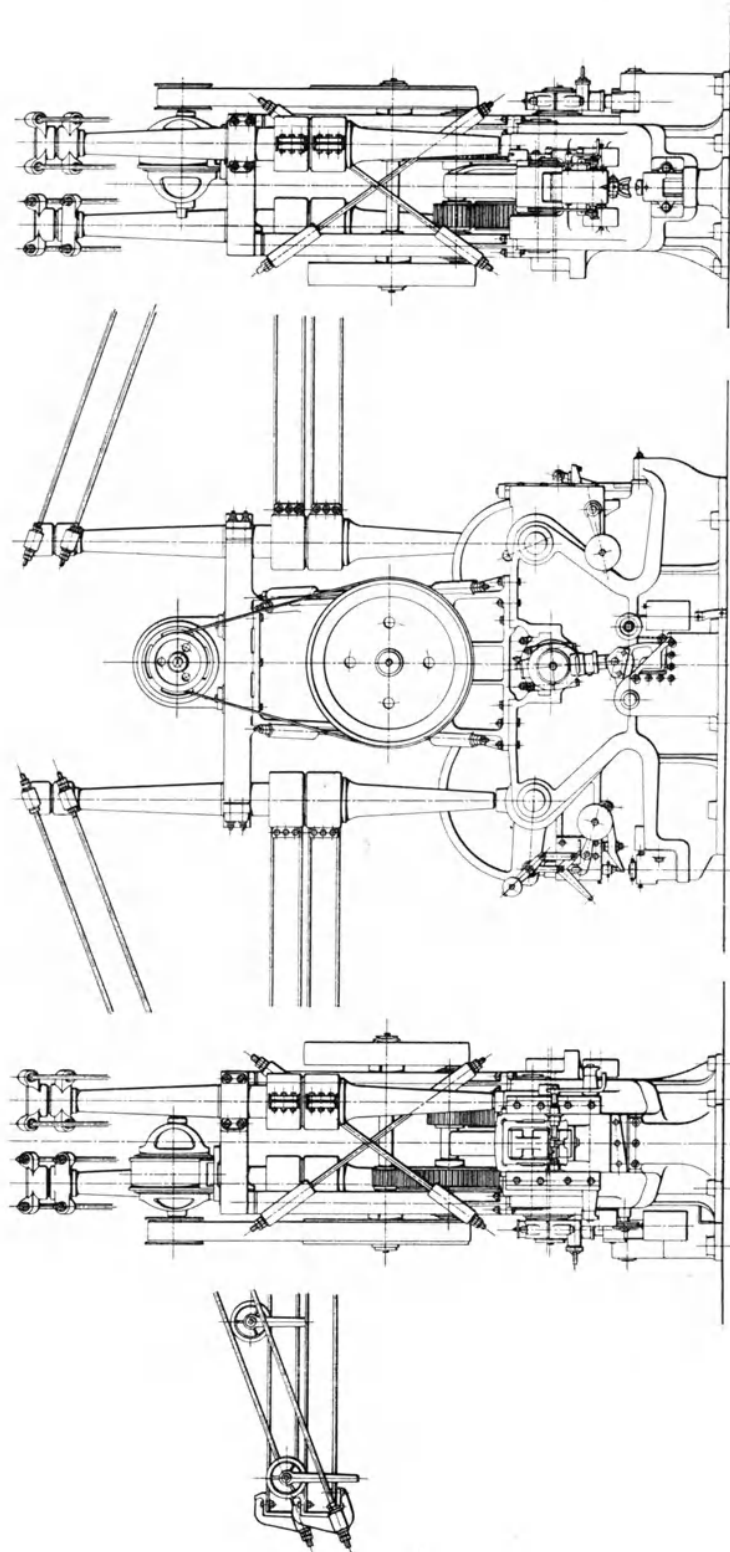


Abb. 24.



der Mannlochstanze die Erleichterungs- und Wasserlauflöcher gestanzt werden. Ihre Hauptaufgabe besteht darin, die großen Transporte der Bodenstücke

**Mannlochstanze.**

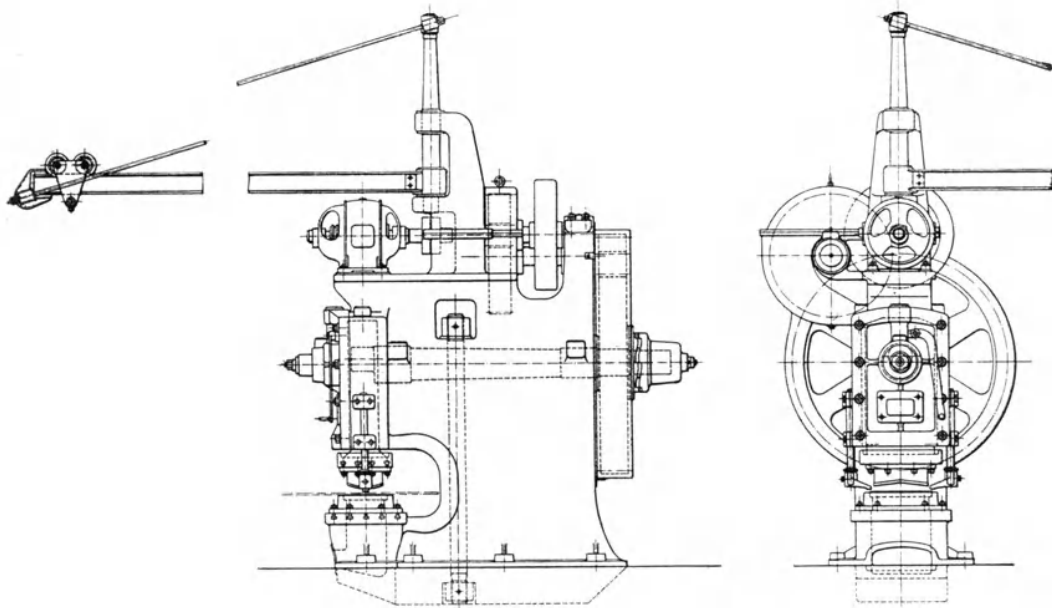


Abb. 25.

**Stringerplatten-Auslinkmaschine.**

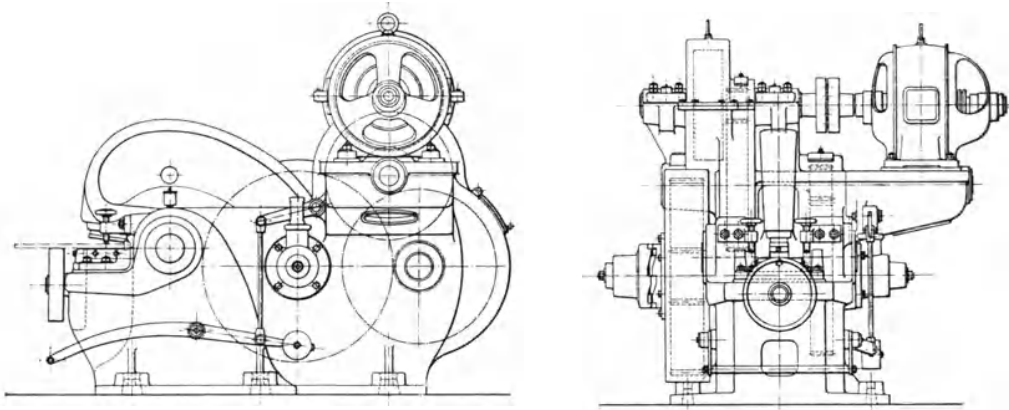


Abb. 26.

innerhalb der Werkstätte zu vermeiden. Die Maschine wird in zwei Ausführungen gebaut; einmal mit einem schwenkbaren Kran und Hebezeug für jedes Werkzeug, oder auch, wie in Abb. 21 gezeigt, mit einem durchdrehenden

Kran. Auch bei ihr sind alle Werkzeuge so eingerichtet, daß jedes für sich und unabhängig von den anderen ein- und ausgerückt werden kann. Die Ein-

**Doppellochmaschine vereinigt mit Stringerplattenschere.**

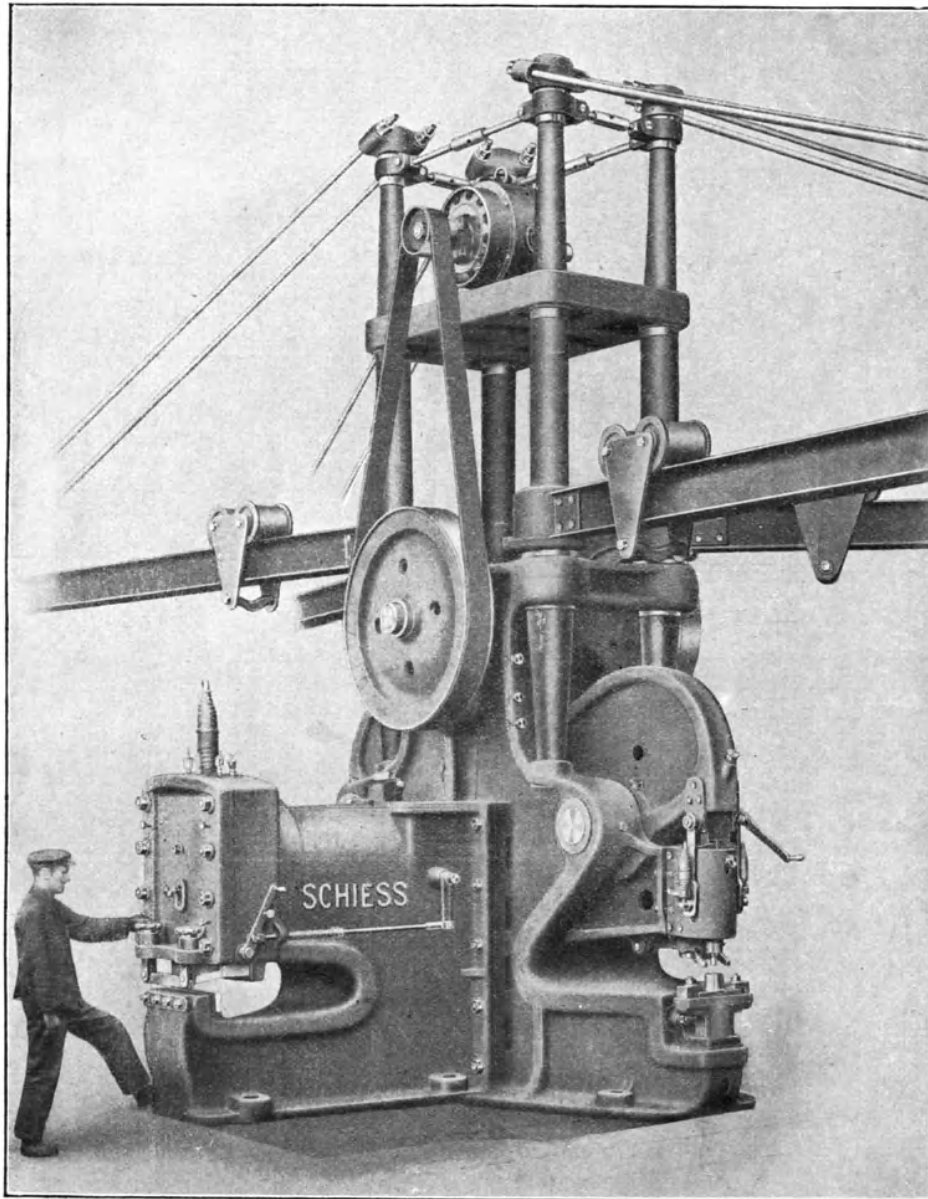


Abb. 27.

rückung der Mannlochstanze ist dabei abweichend von allen seither bekannten ähnlichen Ausführungen, mit einer automatisch wirkenden Klauenkupplung

bewerkstelligt, wodurch erreicht wird, daß die Exzenterwelle der Mannlochstanze, wenn diese nicht arbeitet, feststeht, während sie bei den seither bekannten Maschinen mit Steineinrückung dauernd mitlaufen mußte. Da natur-

**Lochmaschinen 1250 mm Ausladung.**

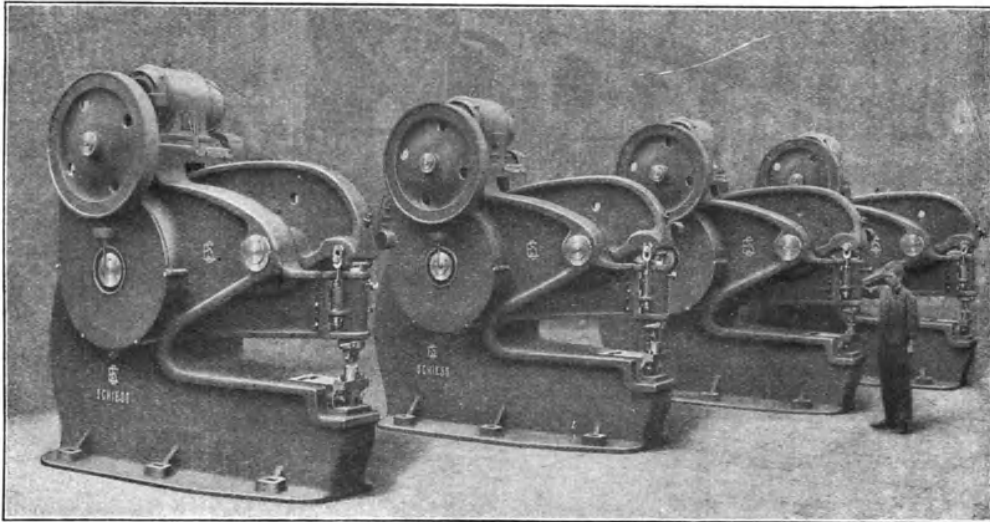


Abb. 28.

**Halbautomatische Ausschärfmaschine.**

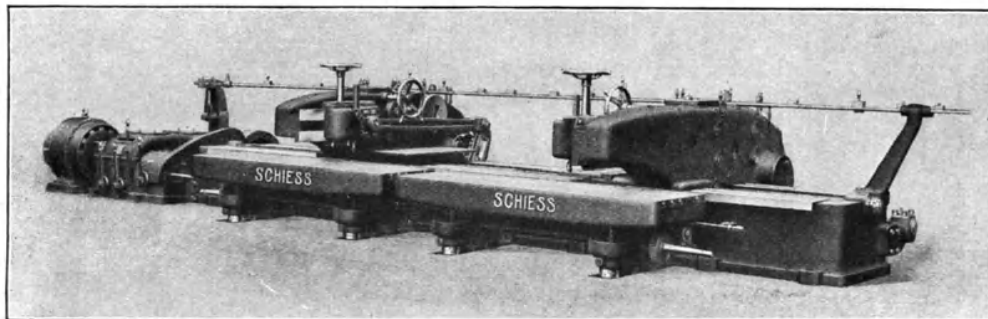


Abb. 29.

gemäß wesentlich weniger Erleichterungs- und Wasserlauf- (Speigattlöcher) als Nietlöcher gestanzt werden, so wird hierdurch die Abnutzung der Lagerstellen und der Ölverbrauch der Mannlochstanze bedeutend geringer als bei allen seither bekannten Konstruktionen.

Die Abb. 22 und 23 zeigen eine neuzeitliche Lochmaschine und Schere und eine neuzeitliche Lochmaschine und Schere vereinigt mit Profileisenschere. Zum Vergleich ist in der Abb. 24 eine der seitherigen englischen Maschinen gegenübergestellt. Wie die Abb. 22 und 23 zeigen, wurden auch diese Maschinen ganz wesentlichen Umkonstruktionen unterworfen. So wurde vor allen Dingen der Turm, in dem der Antrieb untergebracht ist, in einem Stück mit dem Maschinengestell gegossen und nicht mehr.

**Neuzeitliche Hochleistungsblechrichtemaschine.**

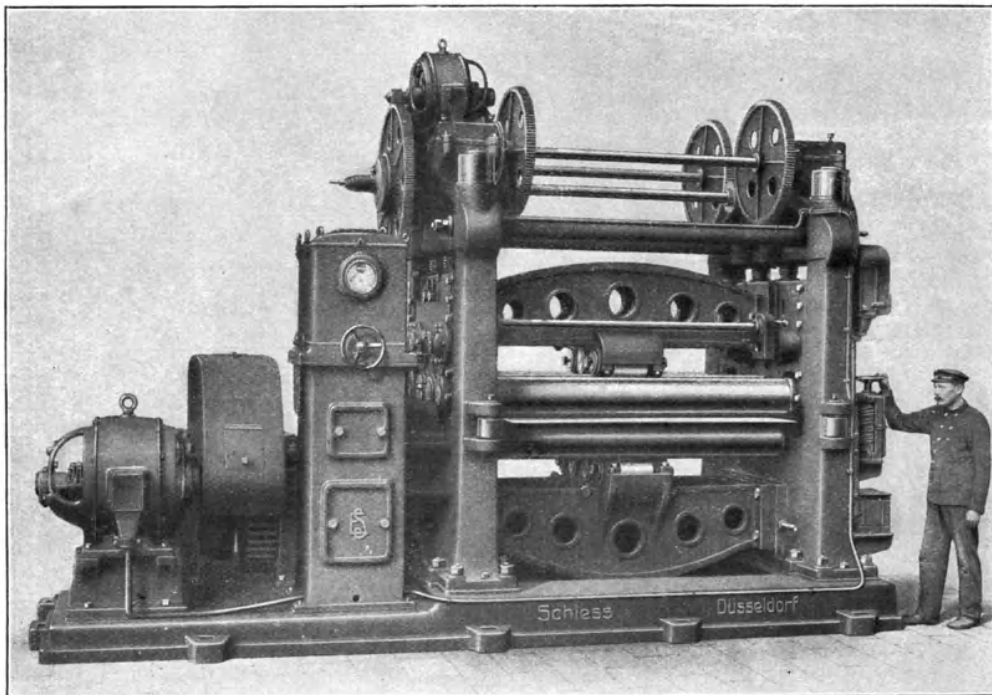


Abb. 30.

wie es bei Abb. 24 der Fall ist, aufgeschraubt. Es wurde hierdurch zunächst eine wesentlich größere Versteifung des Maschinengestelles erzielt, der Maschine eine bedeutend gefälligere Form gegeben und das Gestell selbst wesentlich verstärkt, so daß die Gestellfederungen auf ein Minimum herabgedrückt wurden. Genaue Messungen haben ergeben, daß bei gleichen Leistungen die Maschinengestelle, wie sie die Abb. 22 und 23 zeigen, nur ungefähr den vierten Teil soviel durchfedern, wie die alten Gestelle nach Abb. 24.

Ganz wesentlich verbessert wurde vor allen Dingen die Profileisen-

schere. Wie aus A b b. 24 ersichtlich ist, konnten mit den seitherigen Profileisenschere, wie sie die Engländer an ihren Maschinen anbrachten, ausschließlich Winkeleisen geschnitten werden, und zwar wurde das abgeschnit-

**Bedienungsseite einer neuzeitlichen Blechrichtemaschine.**

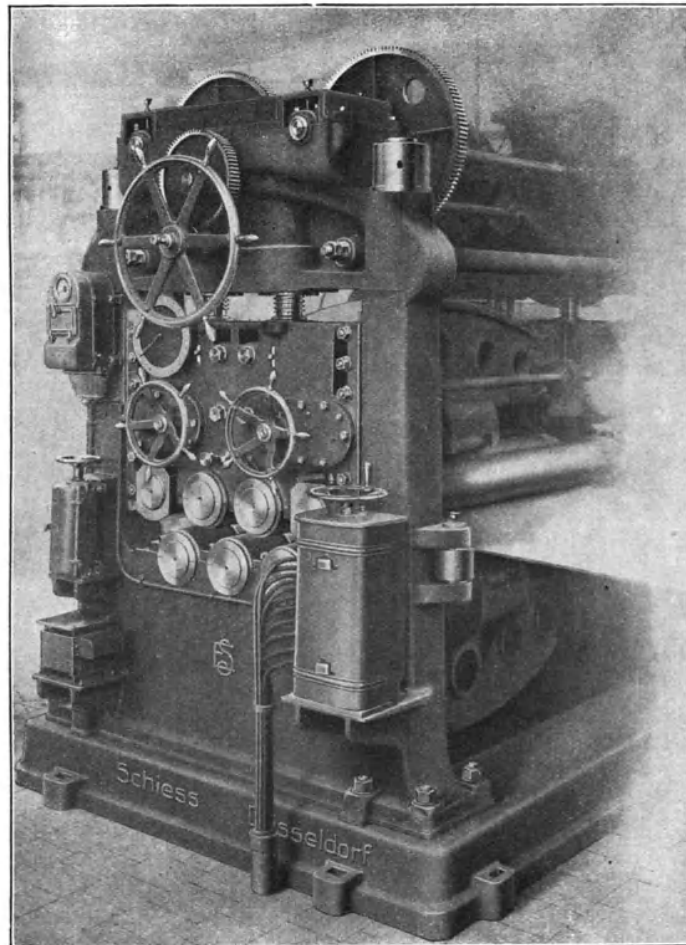


Abb. 31.

tene Ende durch die Form des Messers auch noch außerordentlich deformiert. Die neue Profileisenschere arbeitet dagegen mit einem senkrecht in einer Bahn geführten Schlitten, und mit ihr können nicht allein Winkel- und Bulbeisen, sondern auch Quadrat- und Rundeisen ohne Deformation und ohne Schneidverlust zugeschnitten werden. Ferner wurden bei der neuen Maschine die Kräne so angeordnet, daß auf jeder Kransäule nur jeweils eine Kranbahn

sitzt. Um die Katzen leichter verschieben zu können, wurden sie mit zwei Laufrollen, die Kugellagerung besitzen, ausgerüstet.

Die Abb. 25 und 26 zeigen je eine neuzeitliche Mannlochstanze und eine neuzeitliche Stringerplatten-Ausklinkmaschine. Auch bei diesen Maschinen fällt die sorgfältige Durchkonstruktion gegenüber den seitherigen englischen Maschinen besonders auf.

Die Abb. 27 bis 34 zeigen Photographien einiger ausgeführter Werftmaschinen.

**Vereinigte Blechkanten und Panzerplattenhobelmaschine.**

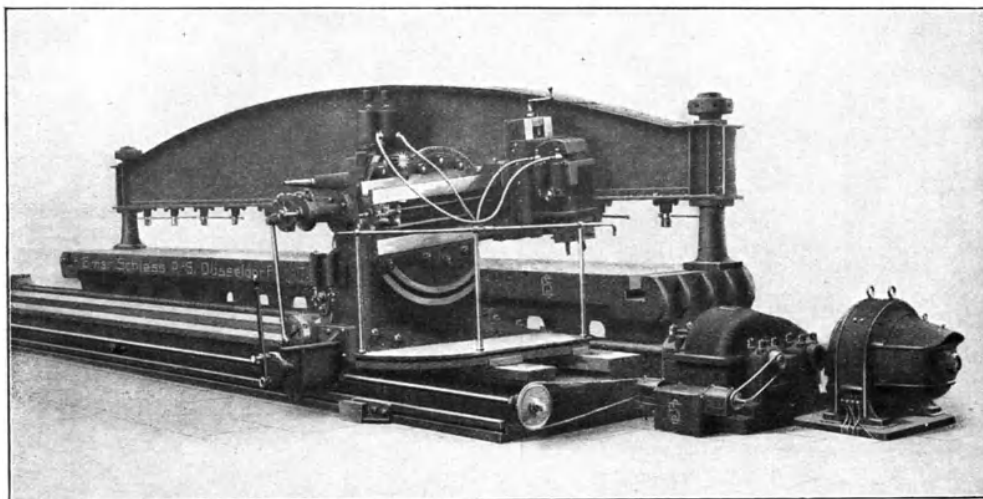


Abb. 32.

Ich hoffe daher mit vorstehenden Ausführungen ein ungefähres Bild des heutigen Standes der deutschen Werftmaschinenindustrie gegeben und gleichzeitig den Nachweis erbracht zu haben, daß die modernen deutschen Werftmaschinen sowohl hinsichtlich ihrer Leistungen als ihrer Konstruktion nicht allein den alten englischen Maschinen vollkommen ebenbürtig sind, sondern dieselben bei weitem übertreffen. Die Verwendung deutscher Werftmaschinen und der Bearbeitungsanlagen, für die ich einige Fingerzeige gegeben habe, werden daher hoffentlich in den kommenden Abschnitten voraussichtlich äußerst starken Wettbewerbes gegen das Ausland, unsere Schiffswerften in die Lage versetzen, jedweder ausländischen Konkurrenz wirkungsvoll entgegenzutreten, so daß Deutschland auch im Schiffbau wie in seinen anderen Industrien führend in der Welt dastehen wird.

## Erörterung.

Herr Oberingenieur B ü s i n g :

Meine Herren, der Herr Vortragende hat uns in ausgezeichnete Weise in die Werkstatt des Schiffbaues hineingeführt. Er hat besonders betont, wie wichtig es ist, in der Zeit der höchsten Anspannung, die uns ohne Zweifel mindestens im Handelsschiffbau bevorsteht, den Mann und die Maschine viel besser auszunutzen als bisher. Er versucht dies zu erreichen durch eine gut durchdachte Anordnung des Lagerplatzes, der Werkstatt und des Hellings, weiter durch eine wohlüberlegte Aufstellung der Werkzeugmaschinen in der Werkstatt selbst und schließlich durch eine richtige Ausgestaltung der Arbeitsmaschinen und ihrer Hilf-einrichtungen.

Wenn ich zu den Ausführungen des Herrn Vortragenden das Wort nehme, so geschieht dies in der Absicht, die Bestrebungen zu unterstützen, durch welche der deutsche Schiffbau innerlich erstarken und sich vom englischen Werkzeugmaschinenbau frei machen kann.

Zunächst möchte ich darauf aufmerksam machen, daß die gleich gerichtete Anordnung von Lagerplatz, Werkstatt und Helling eine sehr große Tiefe des Werftgeländes bedingt, wenn die Anordnung so, wie sie auf dem Lichtbilde uns dargestellt wurde, getroffen wird. Ich habe leider den Vortrag nicht rechtzeitig zur Hand gehabt. Aber nach dem Gesehenen zu schätzen, wird man mit einer Tiefe des Geländes von etwa 500 m rechnen müssen, wenn man Schiffsgrößen von vielleicht 150 m zugrunde legt, vor allen Dingen dann, wenn die Hellinge einen großen Platz zum Zulegen der Spanten usw. vor dem eigentlichen Schiffkörper frei lassen sollen. Bei allen bestehenden deutschen Schiffswerften wird es wohl kaum möglich sein, diese Anordnung ohne weiteres in die Tat umzusetzen. Das Gelände einer Werft erstreckt sich für gewöhnlich mehr entlang dem Ufer und hat eine geringe Abmessung quer zum Wasser, so daß von Fall zu Fall überlegt werden muß, wie ein ähnlicher Arbeitsgang des Materials sich den Platzverhältnissen anpassen und ermöglicht werden kann. War man schon stets bestrebt, eine durchweg gleichgerichtete Abwanderung des Materials vom Lagerplatz zum Helling zu erreichen, so vermochte man diese Aufgabe doch nie in solch idealer Weise zu lösen, wie es wohl wünschenswert ist.

Die Massенbearbeitung gleicher Teile hat im Schiffbau ihre natürlichen Grenzen. Hindernd steht der Massенbearbeitung im Wege die Unregelmäßigkeit in der Anlieferung des Materials, die unbedingt nötige gleichmäßige Verteilung der Baustadien der einzelnen Schiffe, sofern es sich um Schwesterschiffe handelt, mit Rücksicht auf den Maschinenbaubetrieb, auf den Kesselbaubetrieb oder sonstige Betriebe der Werft und schließlich mehrfache Übelstände, die sich durch die Massенbearbeitung in der Arbeit selbst ergeben.

Gegenseitig in ihrer Leistung gut abgestimmte Werkzeugmaschinen, auf die ja besonders in dem Vortrage Wert gelegt wurde, dürften meiner Meinung nach zu einem Satz nur dann von einander abhängig vereinigt werden, wenn ein Ausfall der einen oder anderen Maschine den Gang der Bearbeitung nicht erheblich zu stören vermag, damit bei einer Reparatur einer Maschine nicht das Ganze stockt. Wendet man beispielsweise zwei Sätze an, wie Herr Oberingenieur Loof sie für die österreichische Werft uns gezeigt hat, so würde diesem Übelstande schon in etwas begegnet werden können.

Meines Erachtens liegt nun die Möglichkeit solcher unangenehmer Störungen um so mehr vor, je hochwertiger und feinfühlicher die einzelnen Maschinen und Werkzeuge des Satzes sind. In einer Werkstatt mit schweren Arbeitsstücken, die alle einen ordentlichen Stoß vertragen können, paßt sich der Arbeiter schon aus Bequemlichkeit dieser Umgebung an und verliert das Feingefühl, das liebevolle Mitgefühl für seine Werkzeug-

maschine. Eine Fräsmaschine der erwähnten Art, von der ich leider das Bild vermißte, ist mit ihrem Werkzeug ein solch zartbesaitetes Geschöpf, nicht minder eine vielspindelige Bohrmaschine. Bei dem Bohren von Paketen zu sechsen oder achten, wie Herr Oberingenieur Loof vorschlägt, wird es nicht immer gelingen, ohne Bohrerbrüche und Störungen erheblicher Natur auszukommen. Schmiedeeisen und Stahl lassen sich nicht trocken bohren wie Gußeisen, es muß gehörig geschmiert, mindestens gehörig gekühlt werden. Die vielen Brüche teurer Spiralbohrer aus hochwertigem Stahl sind da leider in Kauf zu nehmen. Das Kühlwasser verliert sich zwischen den Platten um so leichter, je größer die Zahl der Platten ist, wenn auch alle Platten sauber gerichtet sind. Es brennt dann der Bohrer unten an, die Späne setzen sich zwischen die Platten und fressen den Bohrer fest. Jedenfalls haben Versuche auf Schnellbohrmaschinen ergeben, daß das gleichzeitige Bohren von sechs und acht Platten in Paketen sehr viel Bohrerbrüche mit sich bringt.

Bei dem ausschließlichen Gebrauch der Tafelschere, die ohne weiteres große Vorzüge hat, sind leider einige Nachteile für den Schiffbau in Kauf zu nehmen. Hält man wenigstens an einem Sprung der Schiffe und einem gut strakenden Verlauf der Plattengänge fest, so wird es nicht möglich sein, mit Tafelscheren die hohle Längsseite der Außenhautplatten zu schneiden.

Auffällig war mir die Aufstellung der Profileisenschere zum Schneiden der Spanten, bevor sie zum Glühofen kommen. Endigen die Spanten in der Kimm des Schiffes, so ist es richtiger, die Spanten vor dem Glühen nicht auf Länge zu schneiden, da auf den Spantenplänen das Ende der Spanten nicht genau zu biegen ist, sondern gerade bleibt. Es müßte dann im Feuer einzeln nachgebogen werden. Anders verhält es sich bei aufgesetzten Spanten, die ihre gerade Form oder nahezu ihre gerade Form behalten.

Bei der Gegenüberstellung der Herstellungskosten sind wohl zu berücksichtigen die Abschreibung und Verzinsung der teuren Anlage, die Reparaturen an Maschinen und Werkzeugen, der Werkzeuersatz, die Kosten der Betriebskraft. Diese Punkte spielen eine bedeutende Rolle, und ich glaube, es ist nicht richtig, wenn Herr Loof sagt, daß die Kosten der Bearbeitung nur etwa halb so hoch sind gegenüber der Bearbeitung nach dem alten Verfahren, wenn er zu diesen Kosten nur die Löhne rechnet. Mir scheint die Annahme bezüglich der Löhne nicht überall gültig zu sein. Mir liegen Erfahrungen vor, nach welchen der dritte und vierte Mann beim Lochen gewöhnlicher Platten nicht nötig ist, wenn man eben dafür sorgt, daß die Hebezeuge, in welchen die Platten hängen, eine tadellose Beweglichkeit haben. Ein Mann soll den Lochstempel bedienen und einstellen. Ein zweiter soll die Platte ihm gegenüber führen. Die beiden arbeiten ohne weiteres leicht gut gemeinsam. Jeder weitere Mann ist hinderlich. Wenn das bei ganz schweren Platten nicht möglich ist, die vielleicht ein Gewicht über 3 t haben, so muß das in Kauf genommen werden. Jedenfalls aber sollte man danach streben, die Hebezeuge und das Heranschaffen der Platten an die Maschine so zu gestalten, daß man mit zwei Mann für jedes Lochwerk auskommt.

Meine Herren, die Aufzählung einer Reihe dem Schiffbau angepaßter Werkzeugmaschinen, wie sie uns Herr Oberingenieur Loof gegeben hat, hat uns gezeigt, daß der Schiffbau doch ganz besondere Ansprüche an den Werkzeugmaschinenbau stellt und es da nicht verwunderlich ist, wenn die deutschen Werkzeugmaschinenfabriken noch nicht gegenüber den älteren Schwestern in England die Oberhand gewonnen hatten. Da außer Schieß auch andere Firmen, so die Deutsche Maschinenfabrik Duisburg, Froriep in Rheydt, Wagner in Dortmund usw. seit Jahren auf diesem Sondergebiet tätig sind, ist zu hoffen, daß ein Wettbewerb der leistungsfähigen deutschen Firmen die Aussicht gibt, Gutes und Bestes zu erhalten, um dem Schiffbau auf eine Höhe zu verhelfen, daß er mit Erfolg der ausländischen Konkurrenz begegnen kann. (Lebhafter Beifall.)



Herr Oberingenieur W. L o o f - Düsseldorf (Schlußwort):

Meine Herren, die Ausführungen des Herrn Oberingenieur Büsing waren außerordentlich interessant. Ich habe ja von vornherein das feste Vertrauen gehabt, daß durch eine rege Diskussion unsere Bestrebungen gefördert würden. Wie ich ja bereits in meinem Vortrage erwähnt habe, kann nur dadurch, daß die Werften und die Maschinenfabriken gegenseitig alle ihre Erfahrungen austauschen, der Werftmaschinenbau auf die Höhe gebracht werden, die sowohl Sie als Schiffbauer wie wir als Maschinenbauer dieser Industrie wünschen. Selbstverständlich bedarf es hierzu einer gewissen Zeit, da man die besten Beobachtungen an ausgeführten Maschinen machen kann. So ist z. B. die Befürchtung, die Herr Oberingenieur Büsing bezüglich der vielspindeligen Bohrmaschine geäußert hat, nicht zutreffend, denn, wie ich bereits erwähnte, arbeitet eine vielspindelige Bohrmaschine seit nunmehr zwei Jahren, und es hat sich gezeigt, daß die Bohrerbrüche außerordentlich gering sind, es liegt das hauptsächlich in der Konstruktion der Maschine selbst begründet. Bei einer Bohrmaschine, bei der der Vorschub außerordentlich empfindlich ist, werden selbstverständlich Bohrerbrüche nicht zu vermeiden sein. Die Maschine muß also an und für sich unempfindlich konstruiert sein. Dasselbe ist natürlich auch der Fall mit den Befürchtungen, daß die Maschine einem großen Verschleiß ausgesetzt sei. Ich habe ja besonders deswegen Ihnen die Lichtbilder der einzelnen Maschinen vorgeführt, damit Sie sich selbst überzeugen konnten, wie die Maschinen konstruiert sind. Die Maschinen sind so gebaut, daß sie weder der Verschmutzungsgefahr ausgesetzt sind, noch daß der Arbeiter sie auch bei einer rauhen Behandlung leicht beschädigen kann. Die Maschinen sind im Gegenteil so gebaut, daß sie auch einen recht kräftigen Knuff vertragen können, wie das selbstverständlich im Werftbetriebe sein muß; denn es wird nicht dem Werftarbeiter einfallen, sich der Maschine anzupassen, sondern er wird möglichst verlangen, daß die Maschine seinen Bedürfnissen entsprechend gebaut ist. Darauf muß man natürlich bei der Konstruktion und bei dem Entwurf der Maschine bereits Rücksicht nehmen.

Dasselbe ist der Fall bei der Ausstellung, die Herr Oberingenieur Büsing bezüglich der Schere in der Halle für die Bearbeitung der Spanten machte. Wie ich bereits in meinen Ausführungen erwähnte, ist in der Halle für die Bearbeitung der Spanten am Ende derselben zum Nachbiegen der Spanten noch einmal eine Balkenbiegemaschine aufgestellt. Diese ist mit einer Profileisenschere und Gehrungsschere verbunden. Es werden nun diejenigen Spanten, die gerade aufgesetzt werden und gerade bleiben, auf der Maschine am Eingang der Halle zugeschnitten, während die gebogenen nach dem Lochen und Nachbiegen auf der Maschine am unteren Ende der Halle fertig zugeschnitten werden.

Der Vorsitzende, Herr Geheimer Regierungsrat Professor Dr.-Ing. B u s l e y:

Meine Herren, Herr Oberingenieur Loof hat uns eine wohldurchdachte Arbeit zu Gehör gebracht, eine Arbeit, die um so höher zu schätzen ist, als sie uns in Aussicht stellt, daß wir nach dem Kriege, was die maschinelle Ausrüstung der Werften anlangt, von England vollständig unabhängig sein werden. Soweit sich aus den uns vorgeführten Lichtbildern und den Abbildungen ersehen läßt, sind seine Maschinen sämtlich nach gesunden Grundsätzen gut und solide konstruiert. Wir hoffen, daß der deutsche Werkzeugmaschinenbau auf dieser Bahn zum Wohle unserer deutschen Schiffswerften weiter fortschreiten möge. Ich glaube, ich spreche in Ihrer aller Namen, wenn ich Herrn Loof für seine Bestrebungen unseren wärmsten Dank ausspreche. (Lebhafter Beifall.)

## X. Der Einfluß des Volumens des schädlichen Raums auf den theoretischen Dampfverbrauch (Raumschaden)

(mit besonderer Berücksichtigung der Gleichstromdampfmaschine).

*Von Professor J. Stumpf, Berlin.*

In einem Dampfzylinder mit schädlichem Raum ergibt eine bestimmte pro Hub eingeführte Dampfmenge  $\varphi$  eine kleinere Diagrammfläche als in einem idealen Dampfzylinder ohne schädlichen Raum. Dieser Verlust sei Raumschaden genannt. In Abb. 1—4 ist dieser Raumschaden für verschiedene Verhältnisse veranschaulicht. Das Diagramm mit schädlichem Raum ist stark ausgezogen, das Diagramm ohne schädlichen Raum gestrichelt.

Man unterscheidet absoluten und relativen Raumschaden. Meist wird der Raumschaden relativ, d. i. in v. H. der Maschinenleistung ausgedrückt.

Durch Vergleich der beiden Flächen  $AOPG$  und  $ABPG$  (Abb. 1) ergibt sich  $BOP$  als Verlustfläche. Durch Vergleich der unter der Linie  $GP$  liegenden Diagrammstücke mit und ohne schädlichen Raum ergibt sich  $GES$  als Verlustfläche und  $PCV = GFQT$  als Gewinnfläche. Durch Abzug der letzteren von der Verlustfläche entsteht  $TQFES$  als restliche Verlustfläche.

In Abb. 2 ist die Füllung so weit vergrößert, daß die Punkte  $F$  und  $P$  der Abb. 1 in den Anfang bzw. das Ende des Diagramms fallen. Folglich ergeben sich die gestrichelten Flächen  $BOP$  und  $GES$  als Verlustflächen für das Diagramm mit schädlichem Raum.

In Abb. 3 ist die Füllung noch weiter vergrößert. Durch Vergleich der beiden Diagramme mit und ohne schädlichen Raum ergeben sich die Verlustflächen  $BOVC$  und  $GHS$ .

Der Verminderung der Diagrammnutzleistung steht eine entsprechende Vermehrung der Diagrammverlustzipfelleistung gegenüber.

Abb. 4 zeigt als Sonderfall ein Diagramm ohne Raumschaden, wie es im Hochdruckzylinder von Verbundmaschinen mit Expansion bis zum Gegen-  
druck und Kompression bis zum Anfangsdruck vorkommen kann. Dafür ist das Volumen  $V_1$  des Diagramms ohne schädlichen Raum auf das Volumen  $V_2$  des Diagramms mit schädlichem Raum vergrößert. Eine Vergrößerung des Hubvolumens und des Flächenschadens ist also die Folge.

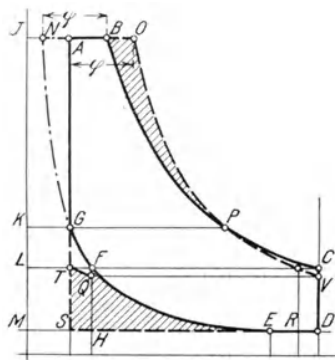


Abb. 1.

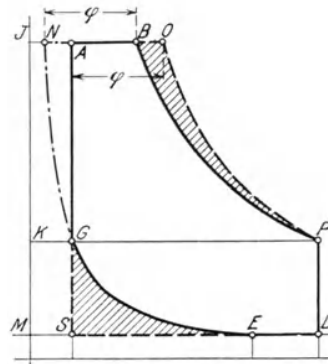


Abb. 2.

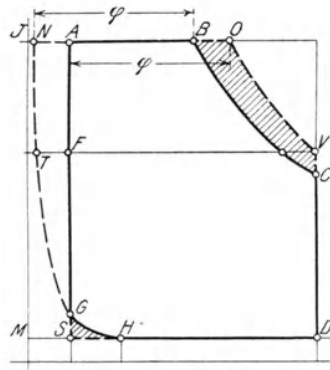


Abb. 3.

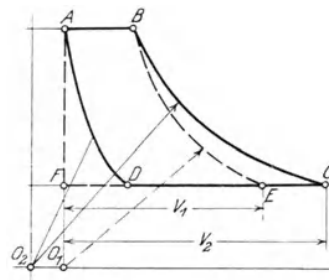


Abb. 4.

Aus allen Diagrammen ist erkennbar, daß die Kompression ein Mittel zur Verminderung des Raumschadens ist, denn ohne Kompression würde der Raumschaden wesentlich größer ausfallen.

a) Ermittlung der günstigsten Lage von  $\varphi$ , wenn  $p v = \text{const}$ ,  $p_1$ ,  $p_2$ ,  $\varphi$  und  $S_0$  gegeben sind (siehe Abb. 5).

Die Größe des Raumschadens für eine bestimmte Einfüllmenge  $\varphi$  hängt von der Lage von  $\varphi$  im Diagramm ab. Bei einer bestimmten Lage von  $\varphi$  wird die Nutzdiagrammfläche am größten, also der Raumschaden am kleinsten sein.

$$\begin{aligned} \text{Arbeitsfläche } F &= A B E D R F = f_1 + f_2 - f_3 - f_4 \\ &= A B H G + B E K H - F R J G - R D K J. \end{aligned}$$

Die Einfüllmenge  $\varphi$  ist  $= V_E - V_C$  und  $V_C = \frac{p_2}{p_1} \cdot V_K$  und  $V_K = (V_E - \varphi) \cdot \frac{p_1}{p_2}$ .

Es ist:  $f_1 = p_1 (V_E - S_0); \quad f_2 = \int_{V_E}^{V_H} p \, d v = V_E p_1 \ln \frac{V_H}{V_E}$

$$f_3 = \int_S^{V_K} p \, d v = V_K p_2 \ln \frac{V_K}{S_0} = (V_E - \varphi) p_1 \ln \frac{(V_E - \varphi) \frac{p_1}{p_2}}{S_0}$$

$$f_4 = (V_H - V_K) \cdot p_2 = V_H \cdot p_2 - (V_E - \varphi) p_1,$$

$$F = p_1 (V_E - S_0) + V_E p_1 \ln \frac{V_H}{V_E} - (V_E - \varphi) p_1 \ln \frac{(V_E - \varphi) \frac{p_1}{p_2}}{S_0} - V_H \cdot p_2 + (V_E - \varphi) \cdot p_1.$$

Gesucht wird die größte Fläche für unveränderliches  $\varphi$ . Unabhängige Veränderliche ist  $V_E$ , daher ist zu bilden:

$$\begin{aligned} \frac{dF}{dV_E} &= p_1 + p_1 \ln \frac{V_H}{V_E} - V_E \cdot p_1 \frac{\frac{V_H}{V_E^2}}{\frac{V_H}{V_E}} - p_1 \ln \frac{V_E - \varphi}{S_0} \cdot \frac{p_1}{p_2} \\ &\quad - (V_E - \varphi) p_1 \frac{1}{S_0} \cdot \frac{p_2}{\frac{V_E - \varphi}{S_0} \cdot \frac{p_1}{p_2}} + p_1 = 0 \end{aligned}$$

$$\frac{dF}{dV_E} = p_1 \ln \frac{V_H}{V_E} - p_1 \ln \frac{V_E - \varphi}{S_0} \cdot \frac{p_1}{p_2} = 0, \text{ oder } \frac{V_H}{V_E} = \frac{V_E - \varphi}{S_0} \cdot \frac{p_1}{p_2}$$

oder 
$$\underline{V_E = \frac{\varphi}{2} \pm \sqrt{\frac{\varphi^2}{4} \pm V_H S_0 \frac{p_2}{p_1}}} \dots \dots \dots \text{ (I)}$$

Da  $(V_E - \varphi) \frac{p_1}{p_2} = V_K$ , so ist  $\underline{\frac{V_H}{V_E} = \frac{V_K}{S_0}}$  oder  $\underline{\frac{p_1}{p_e} = \frac{p_k}{p_2}}$  \dots \dots \dots \text{ (II)}

Dieser Zusammenhang ist zeichnerisch gekennzeichnet in Abb. 5. Man ziehe durch die Punkte D und B einen Strahl bis zum Schnitt mit der Ordinatenachse, ziehe durch diesen Schnittpunkt und den Punkt A einen Strahl bis zum Schnittpunkte R, so ist in dem Punkte R der zu  $V_E$  und  $S_0$  gehörige günstigste Kompressionsbeginn festgelegt. Oder: Man ziehe durch A und E einen Strahl bis zum Schnittpunkt mit der Abszissenachse und durch diesen und D einen Strahl bis F, wo die zugehörige günstigste Kompressionslinie ausläuft.

Die Konstruktion der Abb. 5 kann nicht zur Bestimmung von  $V_K$  bei gegebenem  $\varphi$  benutzt werden. Wohl aber kann nach Gleichung I  $V_E$  für ein gegebenes  $\varphi$  gerechnet und dann  $V_K$  nach Gleichung II oder Abb. 7 bestimmt werden.

Die Konstruktion der Abb. 5 zeigt, daß zu kleinen Füllungen lange Kompressionen und zu großen Füllungen kurze Kompressionen gehören. Wenn die Füllung zu 100 % angenommen wird, schneidet der Strahl DB die Ordinatenachse im Unendlichen. In derselben Weise muß dann auch der Strahl AR die Ordinatenachse im Unendlichen schneiden bzw. zur letzteren parallel laufen und somit die Kompressionslänge = Null ausschneiden. Wird

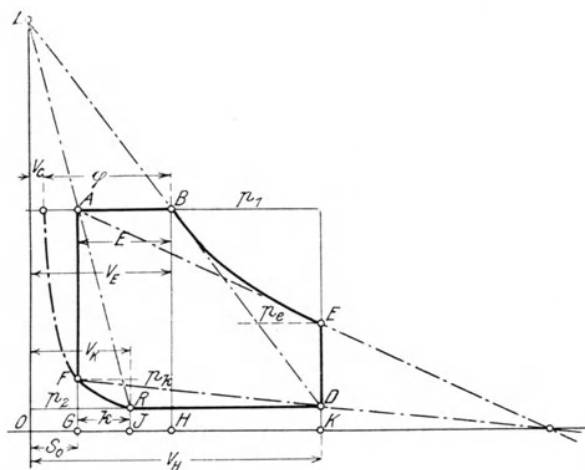


Abb. 5.

die Füllung = Null, d. h. rückt der Punkt B in den Punkt A, so fallen die beiden Strahlen AR und BD zusammen, womit sich die Kompressionslänge zu 100 % ergibt.

Abb. 6 stellt den Fall dar, in welchem der Expansionsenddruck gleich dem Gegendruck wird. Diesem entspricht ein Kompressionsenddruck gleich dem Anfangsdruck, eine Bedingung, die ganz allgemein auch bei Expansion nach einer Polytrope gilt.

Bei einer Füllung zwischen dieser genannten Grenzfüllung a und der Nullfüllung tritt Schleifenbildung an beiden Enden des Diagramms ein, der Expansionsenddruck sinkt unter den Gegendruck und der Kompressionsenddruck steigt über den Anfangsdruck. Zur Expansionsschleife gehört also die Kompressionsschleife. Ein solches nach Abb. 5 entworfenes Diagramm ist

also richtig, wenn man dasselbe lediglich vom Standpunkt des Raumschadens aus beurteilt.

Große schädliche Räume ergeben einen großen Raumschaden, folglich kann auf dem Boden dieses großen Raumschadens der Wechsel der Kompression einen entsprechend großen Nutzen abwerfen. Bei kleinen schädlichen Räumen kann man unveränderliche Kompression anwenden, weil der Wechsel der Kompression auf dem Boden des geringen Raumschadens nur entsprechend geringen Nutzen und bei vielen Steuerungen unzulässige hohe Endkompressionsspannungen ergibt. Auspuffmaschinen, z. B. Lokomotiven, welche etwa 12 % schädlichen Raum besitzen, werden demgemäß mit einer Steuerung versehen, welche zu jeder Füllung eine andere Kompression gibt. Demnach ist die Kulissensteuerung, abgesehen von dem durch sie bedingten großen schädlichen Raum, bei den Lokomotiven qualitativ und, wie spätere Untersuchungen ergeben werden, auch angenähert quantitativ richtig. Ähnlich liegen die

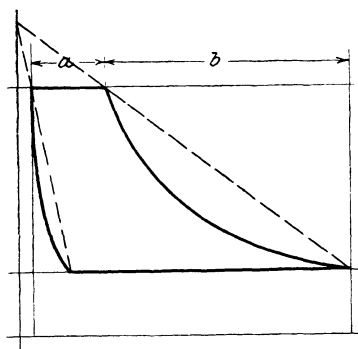


Abb. 6.

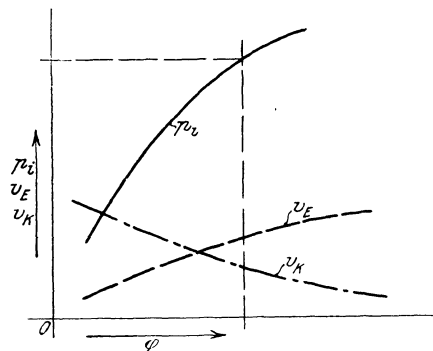


Abb. 7

Verhältnisse bei einer Auspuffmaschine von ungefähr 12 % schädlichem Raum, deren Dampfverteilung durch einen Schieber bestimmt wird, dessen Antriebsexzenter nach Hub und Voreilung durch einen Achsenregler verstellt wird. Bei beiden Steuerungen bildet der durch sie bedingte große schädliche Raum einen großen Nachteil, welcher durch richtige Kompressionsbemessung nur etwas gemildert wird.

Bei Kondensation ergibt Kompressionsveränderung, wie später nachgewiesen werden wird, äußerst geringen Nutzen. Unveränderliche Kompression ist zulässig und lange Kompression erwünscht.

Im Einklang mit der Zulässigkeit unveränderlicher Kompression bei kleinem schädlichen Raum steht der Grenzfall eines schädlichen Raums

gleich Null, welcher nach dem Zusammenhang der Abb. 6 für alle Füllungsgrade die unveränderliche Kompressionslänge gleich Null erfordern würde.

b) Ermittlung der günstigsten Lage von  $\varphi$ , wobei  $p \cdot v^n = \text{const}$ ,  $p_1$ ,  $p_2$ ,  $\varphi$  und  $S_0$  gegeben sind (siehe Abb. 5)

$$f_1 = p_1 (V_E - S_0)$$

$$f_2 = \frac{p_1 V_E^n}{1-n} (V_H^{1-n} - V_E^{1-n}) = \frac{1}{1-n} p_1 V_H^{1-n} V_E^n - \frac{p_1}{1-n} V_E$$

$$f_3 = \frac{p_2 V_K^n}{1-n} (V_K^{1-n} - S_0^{1-n}) \text{ oder mit } V_K = V_C \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{n}} = (V_E - \varphi) \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{n}}$$

$$f_3 = \frac{p_2}{1-n} \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{n}} (V_E - \varphi) - \frac{p_1}{1-n} S_0^{1-n} (V_E - \varphi)^n$$

$$f_4 = p_2 (V_H - V_K) = p_2 V_H - p_2 \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{n}} (V_E - \varphi).$$

Die Flächen wie früher zusammengesetzt geben:

$$F = p_1 (V_E - S_0) + \frac{1}{1-n} p_1 V_H^{1-n} V_E^n - \frac{p_1}{1-n} V_E - \frac{p_2}{1-n} \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{n}} (V_E - \varphi) + \frac{p_1}{1-n} S_0^{1-n} (V_E - \varphi)^n - p_2 \cdot V_H + p_2 \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{n}} (V_E - \varphi).$$

Für das kleinste F muß  $\frac{dF}{dV_E} = 0$  sein.

$$\frac{dF}{dV_E} = p_1 + \frac{n}{1-n} \cdot p_1 V_H^{1-n} V_E^{n-1} - \frac{p_1}{1-n} - \frac{p_2}{1-n} \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{n}} + \frac{n}{1-n} \cdot p_1 S_0^{1-n} (V_E - \varphi)^{n-1} + p_2 \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{n}} = 0$$

oder:

$$\frac{n}{1-n} \cdot p_1 \left(\frac{V_E}{V_H}\right)^{n-1} + \frac{n}{1-n} \cdot p_1 \left(\frac{V_E - \varphi}{S_0}\right)^{n-1} = \frac{n}{1-n} p_1 + \frac{n}{1-n} \cdot p_2 \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{n}}$$

oder:

$$\underline{\underline{\left(\frac{V_E}{V_H}\right)^{n-1} + \left(\frac{V_E - \varphi}{S_0}\right)^{n-1} = 1 + \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{1}{n}} \dots \dots \dots \text{ (III)}}}$$

Aus den Gleichungen I, II und III erhält man so für eine gegebene unveränderliche Einfüllmenge  $\varphi$  die Werte von  $V_E$ ,  $V_K$  und  $\varepsilon$ , welche die größte Diagrammfläche ergeben.

Berechnet man jetzt für verschiedene Werte von  $\varphi$  die günstigsten  $\varepsilon$  und  $V_K$  und die dazugehörigen mittleren Drücke  $p_i$  und trägt man in einem Schaubilde Abb. 7 die  $\varphi$  als Abszissen, die  $V_E$ ,  $V_K$  und  $p_i$  als Ordinaten auf,

so kann man hieraus umgekehrt für ein gegebenes  $p_1$  sofort die günstigsten  $\varphi$ ,  $V_E$  und  $V_K$  entnehmen.

Hiervon verschieden ist die Aufgabe, für eine gegebene unveränderliche Füllung  $\varepsilon$  (technische Füllung) die Kompressionslänge  $k$  zu bestimmen, welche den kleinsten Dampfverbrauch ergibt.

a) für  $p v = \text{const.}$

Berechnung der Einzelflächen wie früher. Gesucht wird der kleinste Dampfverbrauch  $C = \frac{\varphi}{F}$ , oder, weil Rechnung einfacher, der größte Bruch

$$\dot{O} = \frac{1}{C} = \frac{F}{\varphi}.$$

Daher der Ansatz:

$$\dot{O} = \frac{p_1(V_E - S_0) + p_1 V_E \ln \frac{V_H}{V_E} - p_2 V_K \ln \frac{V_K}{S_0} - p_2(V_H - V_K)}{V_E - V_K \cdot \frac{p_2}{p_1}}.$$

Unabhängige Veränderliche  $V_K$ , daher für den Größtwert  $\frac{d\dot{O}}{dV_K} = 0$ .

$$\frac{d\dot{O}}{dV_K} = \frac{\left\{ V_E - V_K \frac{p_2}{p_1} \right\} \left\{ -p_2 - p_2 \ln V_K + p_2 \ln S_0 + p_2 \right\}}{\left( V_E - V_K \frac{p_2}{p_1} \right)^2}$$

$$- \frac{\left\{ p_1(V_E - S_0) + p_1 V_E \ln \frac{V_H}{V_E} - p_2 V_K \ln V_K + p_2 V_K \ln S_0 - p_2(V_H - V_K) \right\} \left\{ -\frac{p_2}{p_1} \right\}}{\left( V_E - V_K \frac{p_2}{p_1} \right)^2} = 0$$

$$- p_2 V_E \ln V_K + p_2 V_E \ln S_0 + \frac{p_2^2}{p_1} V_K \ln V_K - \frac{p_2^2}{p_1} V_K \ln S_0 + p_2(V_E - S_0) + p_2 V_E \ln \frac{V_H}{V_E} - \frac{p_2^2}{p_1} V_K \ln V_K + \frac{p_2^2}{p_1} V_K \ln S_0 - \frac{p_2^2}{p_1} (V_H - V_K) = 0$$

oder:

$$\underline{V_K - \frac{p_1}{p_2} V_E \ln V_K = V_H - \frac{p_1}{p_2} (V_E - S_0) - \frac{p_1}{p_2} V_E \left( \ln \frac{V_H}{V_E} S_0 \right)} \quad \text{IV}$$

b) für  $p v^n = \text{const.}$

Ansatz wie früher.

$$\dot{O} = \frac{p_1(V_E - S_0) + \frac{p_1 V_E^n}{1-n} (V_H^{1-n} - V_E^{1-n}) - \frac{p_2 V_K^n}{1-n} (V_K^{1-n} - S_0^{1-n}) - p_2(V_H - V_K)}{V_E - V_K \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{1}{n}}}$$



für kleinsten Dampfverbrauch muß wieder gelten:  $\frac{d\dot{O}}{dV_K} = 0$ ,

$$\frac{\left\{V_E - V_K \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{1}{n}}\right\} \left\{V_K^{1-n} - S_0^{1-n}\right\} \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{1}{n}} \cdot n \cdot V_K^{n-1} + \frac{p_2}{1-n} \cdot V_K^n (1-n) V_K^{-n} - p_2}{\left\{V_E - V_K \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{1}{n}}\right\}^2}$$

$$\frac{\left\{-p_1 (V_E - S_0) - \frac{p_1 V_E^n}{1-n} (V_H^{1-n} - V_E^{1-n}) + \frac{p_2 V_K^n}{1-n} (V_K^{1-n} - S_0^{1-n}) + p_2 (V_H - V_K)\right\} \left\{-\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{1}{n}}\right\}}{\left\{V_E - V_K \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{1}{n}}\right\}^2} = 0$$

$$S_0 \left(\frac{V_K}{S_0}\right)^n - \frac{n}{n-1} \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{n}} V_E \left(\frac{V_K}{S_0}\right)^{n-1} = V_H - \frac{n}{n-1} \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{n}} V_E - \frac{p_1}{p_2} \left[ (V_E - S_0) + \frac{V_E}{n-1} \left\{1 - \left(\frac{V_E}{V_H}\right)^{n-1}\right\} \right] \quad (V)$$

Die Gleichungen III, IV und V sind nur durch Probieren lösbar. Außerdem können namentlich bei überhitztem Dampf die Expansions- und Kompressionslinien nicht genau durch das Gesetz  $p v^n = \text{const.}$  ausgedrückt werden. Es ist daher folgendes Verfahren vorzuziehen, welches unter Benutzung der Mollierschen JS-Tafel für Wasserdampf gestattet, für gegebene Werte von  $p_1$ ,  $p_2$ ,  $S_0$ ,  $V_E$  und  $V_K$  den Dampfverbrauch genau zu bestimmen.

Voraussetzung: Adiabatische Expansion und Kompression, Dampfzustand bei Beginn der Kompression = Dampfzustand bei adiabatischer Expansion bis auf Gegendruck. Zylinderhubvolumen =  $1 \text{ m}^2 \cdot 1 \text{ m} = 1 \text{ m}^3$ . Wärmegewinn beim Auffüllen des schädlichen Raumes vernachlässigt.

Zur Berechnung wird die Nutzfläche  $F$  des Diagrammes zerlegt in folgende vier Teile (Abb. 8):

$$f_1 = A' B C C'; \quad f_2 = C' C D D'; \quad f_3 = F' F E D'; \quad f_4 = A' A F F'.$$

Ausrechnung der Einzelflächen:

a) Fläche  $f_1$ : Arbeitsleistung für 1 kg Dampf =  $427 (i_1 - i_e)$  mkg.

In einem Zylinder von  $1 \text{ m}^3$  Hubinhalt beträgt das Arbeitsdampfgewicht

$$\frac{S_0 + \epsilon}{100} \cdot \frac{1}{v_1} \text{ kg.}$$

also die  $f_1$  entsprechende Arbeitsleistung

$$L_1 = 427 (i_1 - i_e) \cdot \frac{S_0 + \epsilon}{100} \cdot \frac{1}{v_1} \text{ mkg}$$

( $v_1$  spez. Volumen).

b) Fläche  $f_2$ : Für den Zylinder von  $1 \text{ m}^3$  Hubvolumen ist

$$L_2 = 10\,000 (p_e - p_2) \frac{100 + S_0}{100} \cdot \text{mkg.}$$

c) Fläche  $f_3$ : Arbeitsleistung für 1 kg Dampf = 427 ( $i_k - i_2$ ) mkg. In einem Zylinder von 1 m<sup>3</sup> Hubvolumen beträgt das Restdampfgewicht

$$\frac{S_0 + k}{100} \cdot \frac{1}{v_2} \text{ kg.}$$

also die der Fläche  $f_3$  entsprechende Arbeitsleistung

$$L_3 = 427 (i_k - i_2) \frac{S_0 + k}{100} \cdot \frac{1}{v_2} \text{ mkg.}$$

d) Fläche  $f_4$ : Für einen Zylinder von 1 m<sup>3</sup> Hubinhalt ist

$$L_4 = 10\,000 (p_1 - p_k) \frac{S_0}{100} \text{ mkg.}$$

e) Indizierte Gesamtarbeit  $L_i = L_1 + L_2 - L_3 - L_4$  mkg.

f) Mittlerer Druck  $p_i = \frac{L_i}{10\,000} \text{ kg/cm}^2$ .

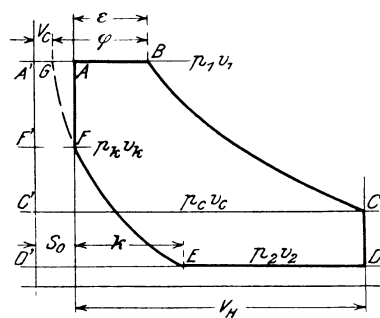


Abb. 8.

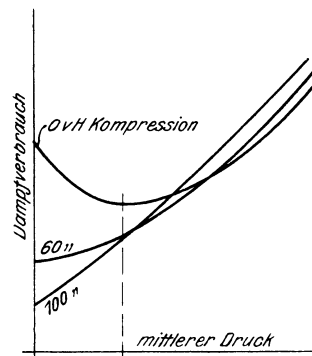


Abb. 9.

g) Dampfverbrauch C: Das eingefüllte Dampfgewicht

$$\frac{\epsilon + S_0 - V_c}{100} \cdot \frac{1}{v_1} \text{ kg}$$

ergibt  $L_i$  mkg als Arbeit; man braucht für 1 PS<sub>i</sub>Std. = 75 · 60 · 60 = 270 000 mkg; also

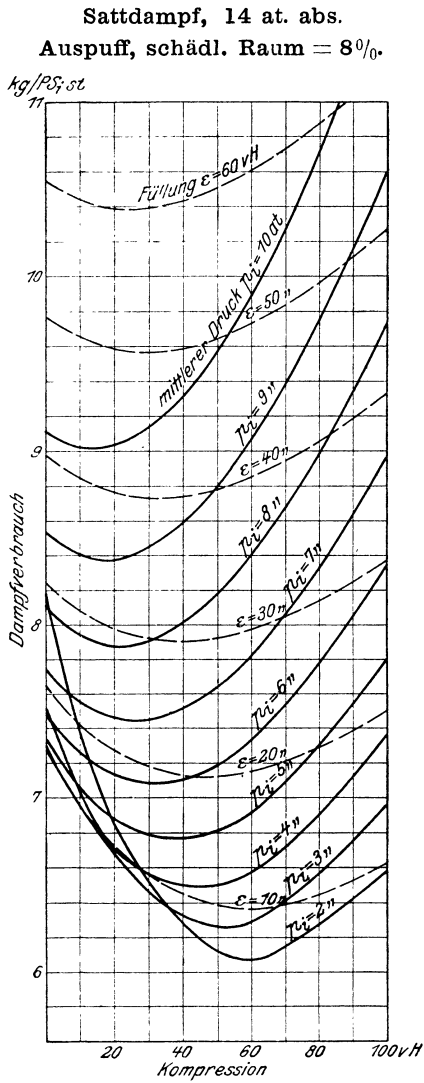
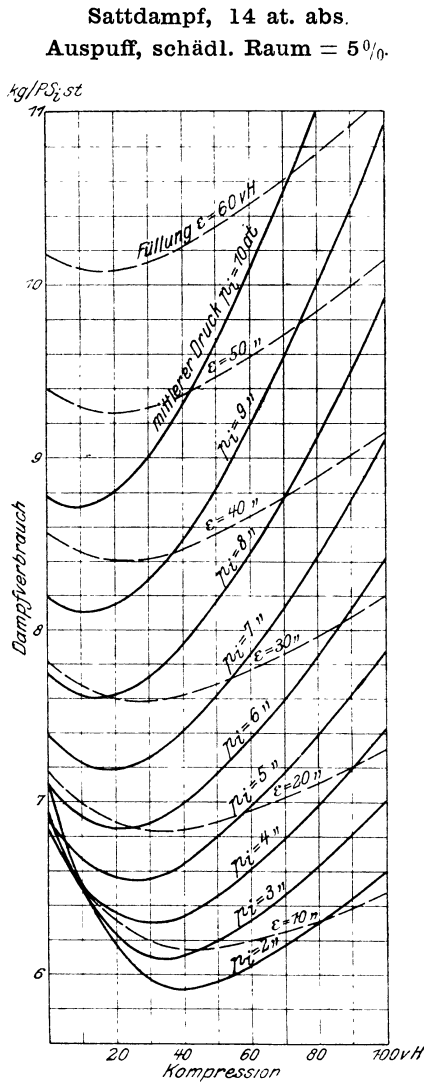
$$C = \frac{270\,000}{L_i} \cdot \frac{\epsilon + S_0 - V_c}{100} \cdot \frac{1}{v_1} \text{ kg/PS}_i \text{Std.} \quad \dots \quad \text{(VI)}$$

Die Werte  $V_c$ ,  $p_e$ ,  $i_e$ ,  $p_k$ ,  $i_k$  sind mit Hilfe der Wärmetafel ohne weiteres bestimmbar.

Hiernach sind die in den nachstehenden Diagrammen aufgezeichneten Werte bestimmt worden.

In Abb. 10, 11, 12, 13, 14, 15 ist für 14 Atm. abs. Anfangsdruck, 1 Atm. abs. Gegendruck, Sattdampf, 300° und für schädliche Räume von 5, 8 und 11 %

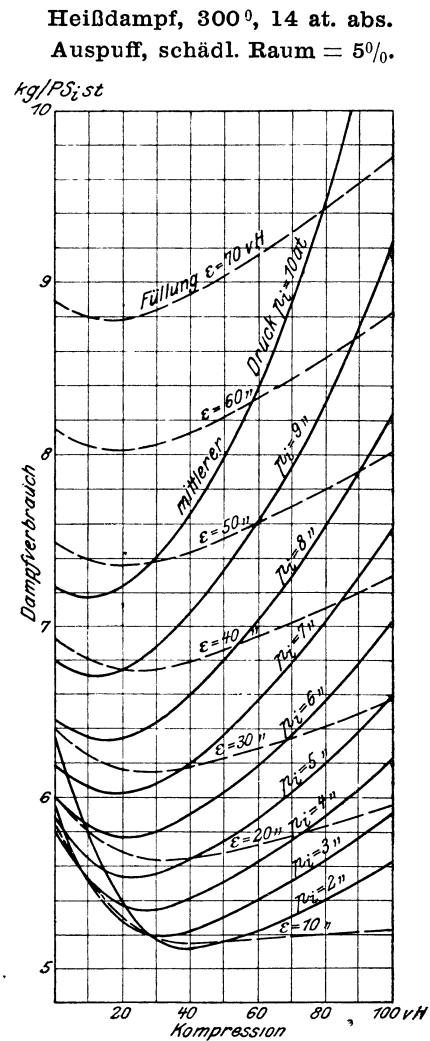
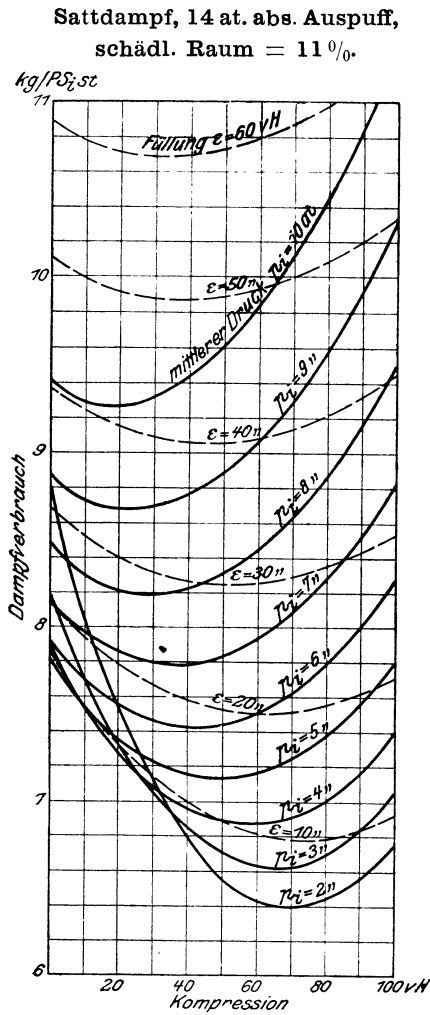
der Dampfverbrauch für verschiedene Werte von unveränderlicher Füllung  $\epsilon$  und von unveränderlichem mittlerem Druck  $p_i$  in Abhängigkeit von der Kompressionsstrecke  $k$  aufgetragen worden. Für Bestimmung der Kurven unveränderlichen mittleren Druckes empfiehlt sich die Aufzeichnung von Hilfs-



diagrammen (Abb. 9), deren Abszissen den mittleren Druck und deren Ordinaten den Dampfverbrauch darstellen. Hierin sind nun die Kurven des Dampfverbrauches  $C$  bei unveränderlicher Kompression und in Abhängigkeit vom mittleren Druck  $p_i$  eingetragen. Aus diesen Kurven schneidet dann eine senk-

rechte Linie die gesuchten Dampfverbrauchswerte für ein gegebenes unveränderliches  $p_i$  aus.

Aus den Diagrammen Abb. 10, 11, 12, 13, 14 15 ist der Einfluß der Kompression auf den Dampfverbrauch zu entnehmen. Wie bei den



früheren Untersuchungen erhält man den günstigsten Dampfverbrauch bei kleinen Füllungen  $\epsilon$  und kleinem  $p_i$  durch lange Kompression, bei großen Füllungen  $\epsilon$  und großem  $p_i$  durch kurze Kompression. Auch hier zeigt sich, daß Kulissensteuerungen und Achsenreglersteuerungen, die sowohl Einlaß als Auslaß steuern, angenähert richtige Verhältnisse (vgl. namentlich Abb. 14)

ergeben, während Steuerungen, die veränderliche Füllung und unveränderliche Kompression haben, bei kleinen schädlichen Räumen in Frage kommen können. Besonders interessant ist Abb. 14, in welche auch die Kompressionswerte eingetragen sind, wie sie die Heusinger-Steuerung unserer Lokomo-

Heißdampf, 300°, 14 at. abs.  
Auspuff, schädli. Raum = 8%

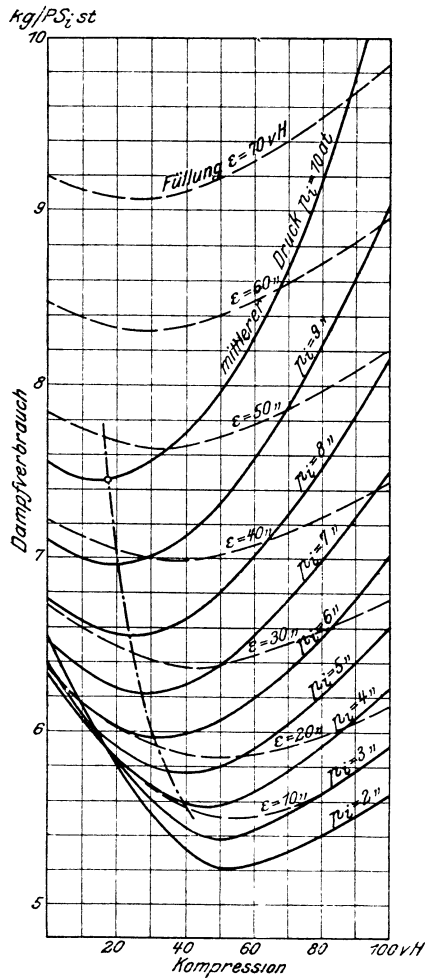


Abb. 14.

Heißdampf, 300°, 14 at. ab.  
Auspuff, schädli. Raum = 11%

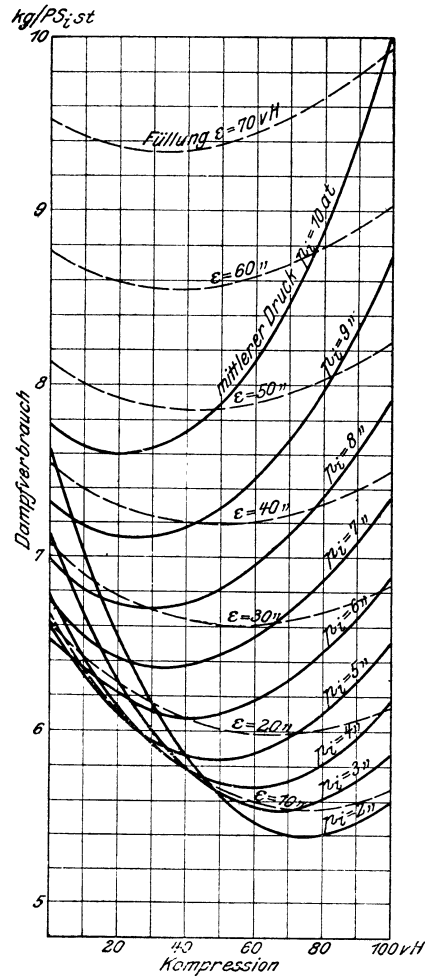


Abb. 15.

tiven bei einer Austrittsdeckung von  $-3\frac{1}{2}$  mm ergibt. Diese Werte fallen fast genau mit den Geringstwerten für unveränderliches  $p_i$  zusammen. Die kleinste Füllung der Kulissensteuerung bedingt allerdings einen großen schädlichen Raum, welcher nun aber mit einem richtigen Kompressionswechsel ausge-

stattet wird. Wichtiger wäre eine weitgehende Verminderung des schädlichen Raumes, welche auf der klaren Erkenntnis der großen Schädlichkeit des schädlichen Raumes aufgebaut ist.

Die Kleinstwerte des Dampfverbrauchs für unveränderliches  $p_i$  und

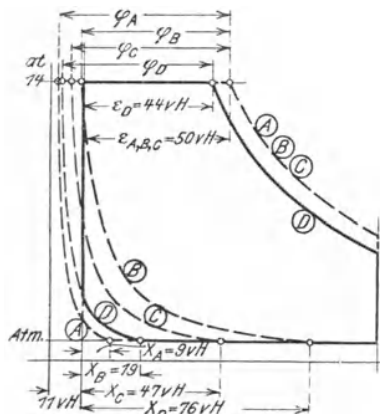


Abb. 16.

Heißdampf,  $300^\circ$ , 14 at. abs.  
Auspuff, schädli. Raum = 11 0/0.

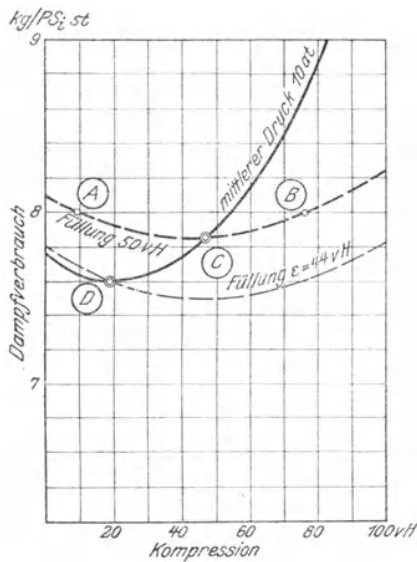


Abb. 17.

Heißdampf,  $300^\circ$ , 13 at. abs.  
Kondensation,  $p_2 = 0,08 \text{ at. abs.}$ ,  $S_0 = 2\%$ .

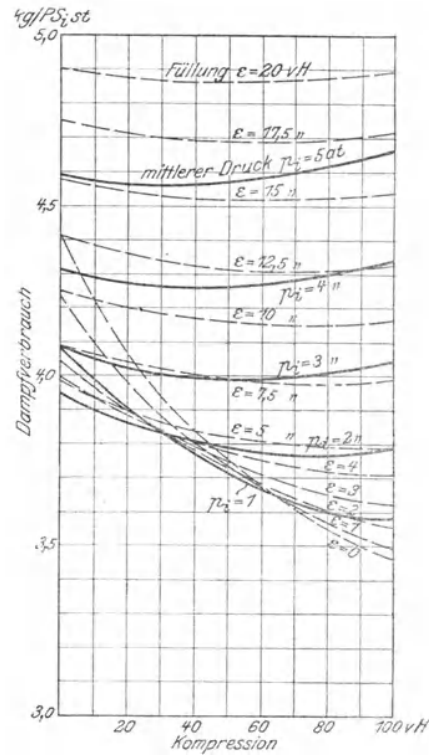


Abb. 18.

unveränderliches  $\varepsilon$  sind an verschiedene Kompressionslängen gebunden. Man kommt auf kleinere Kompression, wenn man, wie es sein muß, das  $p_i$  als maßgebend ansieht. Beide Arten von Kleinstwerten rücken um so näher an die Ordinatenachse heran, je kleiner der schädliche Raum ist.

Die Bewertung der einzelnen Kurven ist näher dargestellt in den Abb. 16 und 17. Aus Abb. 15 sind die Kurven für einen mittleren Druck = 10 Atm. und eine Füllung von 50 % entnommen und in Abb. 17 eingetragen. Die Diagramme A (19 % Kompression) und B (76 % Kompression), Abb. 16, ergeben bei ein und derselben Füllung von 50 % denselben theoretischen Dampfverbrauch von 8 kg. Das Diagramm C (47 % Kompression) ergibt bei derselben Füllung von 50 % den theoretischen Dampfverbrauch von etwa 7,85 kg. Das schließt aber nicht aus, daß ein anderes Diagramm D mit demselben mittleren Druck von 10 Atm., jedoch mit einer anderen Füllung von 44 % und einer anderen Kompression von 19 %, einen noch geringeren theoretischen Dampfverbrauch von nur 7,6 kg ergibt. Auf dieses Diagramm D kommt man, wenn man die Kurve des unveränderlichen mittleren Druckes von 10 Atm. in Abb. 17 bis zum Tiefpunkt D verfolgt.

Man kann so von dem Tiefpunkt D der Abb. 17 auf der Füllungskurve von 44 % hinuntergleiten bis zum Tiefpunkt dieser Kurve, von diesem wieder durch eine hierdurch gehende Linie des mittleren Druckes bis zum Tiefpunkt dieser Kurve usw., bis man schließlich auf einem Punkte ankommt, in welchem sich die Verbindungslinien der Tiefpunkte beider Kurvenscharen schneiden. Das diesem Schnittpunkt entsprechende Diagramm besitzt eine Spitze auf der Expansionsseite und eine Kompressionsendspannung gleich der Anfangsspannung, ein Diagramm, welches theoretisch den allgünstigsten Dampfverbrauch von allen Diagrammen für das vorausgesetzte Druckgefälle (Raumschaden = Null) hat (Abb. 4).

Ähnliche Verhältnisse ergeben sich für Kondensation, 13 Atm. abs., 300°, einen Gegendruck von 0,08 Atm. abs. und einen schädlichen Raum von 2 % (Abb. 18). Auch in diesen Linien sind die  $p_i$ -Kurven für die Feststellung der günstigsten Kompressionslängen maßgebend.

Es zeigt sich, daß bei dem niedrigen Gegendruck und bei den praktisch gebräuchlichen Werten  $p_i = 2$  bis 3 Atm. die günstigste Kompressionslänge nahe an 90 % heranrückt. Aber auch bei größerem  $p_i$  ist die Zunahme des Dampfverbrauchs bei 90 % Kompression gegenüber dem Dampfverbrauch bei der günstigsten Kompressionslänge außerordentlich klein. Dies gilt in desto stärkerem Maße, je mehr man sich dem absoluten Vakuum nähert, wo naturgemäß eine Änderung der Kompressionslänge überhaupt keinen Einfluß auf den Dampfverbrauch hat. Immerhin ist bei einem schädlichen Raum von

2 %, Heißdampf von 300° und 13 Atm. abs., einem  $p_i = 2,8$  Atm. und einem Gegendruck von 0,044 Atm. abs. die günstigste Kompression 90 %. Diese Verhältnisse können bei Kondensations-Gleichstromdampfmaschinen als angenähert normal angesehen werden.

Hiermit ist die Ansicht widerlegt, daß die lange Kompression der Gleichstromdampfmaschine ein durch den Schlitzauslaß gegebenes notwendiges Übel darstellt.

Ebenso geht aus dem flachen Verlauf der Dampfverbrauchskurven hervor, daß es zulässig ist, bei der Kondensations-Gleichstromdampfmaschine die Kompression unveränderlich zu halten — wieder eine Befürwortung der Schlitzauslaßsteuerung.

Die Länge und die Unveränderlichkeit der Kompression der Kondensations-Gleichstromdampfmaschine ist richtig bzw. zulässig.

In der Literatur wird viel von den „hohen Kompressionen“ der Gleichstromdampfmaschinen in dem Sinne gesprochen, als ob sie unvermeidlich und unerwünscht wären. Man verwechselt offenbar „hohe“ mit „lange“ Kompression. Eine Kompressionslinie kann lang und niedrig und andererseits auch kurz und hoch verlaufen. Die Endkompressionsspannungen der meisten Kondensations-Gleichstromdampfmaschinen sind zu klein und müßten nach Absatz 9 der Zusammenfassung wesentlich größer sein.

Bei Verwendung von Sattdampf würden die Dampfverbrauchslinien in Abhängigkeit von der Kompression gegenüber den in Abb. 18 verzeichneten Linien eine nur geringe Abänderung erfahren derart, daß die Kompressionen etwas verkleinert und die Gipfel etwas nach links verschoben würden. Es darf nicht übersehen werden, daß immer adiabatische Expansion und Kompression vorausgesetzt ist, wobei die adiabatische Expansion während des Auspuffs bis auf den Gegendruck fortgesetzt gedacht wird und der dann vorhandene Dampfzustand als Anfangszustand für die folgende adiabatische Kompression angenommen ist.

Zylinderheizung bedingt, namentlich bei Gleichstromdampfmaschinen, kleinere Kompressionslängen, weil durch die Heizung die Kompressionslinie gehoben wird — dies namentlich im Zusammenhang mit früherer Erreichung der Überhitzung.



In Abb. 19 ist in den ausgezogenen Kurven der Dampfverbrauch in Abhängigkeit vom schädlichen Raum für Auspuff, 14 Atm. abs. Druck, Satt-  
 dampf, verschiedene mittlere Drücke und eine unveränderliche Kompression  
 von 90 % (Gleichstrommaschine) veranschaulicht. Ferner veranschaulichen  
 in Abb. 19 die gestrichelten Linien den theoretischen Dampfverbrauch in Ab-

Sattdampf, 14 at. abs. Auspuff.

Heißdampf, 300°, 14 at. abs. Auspuff.

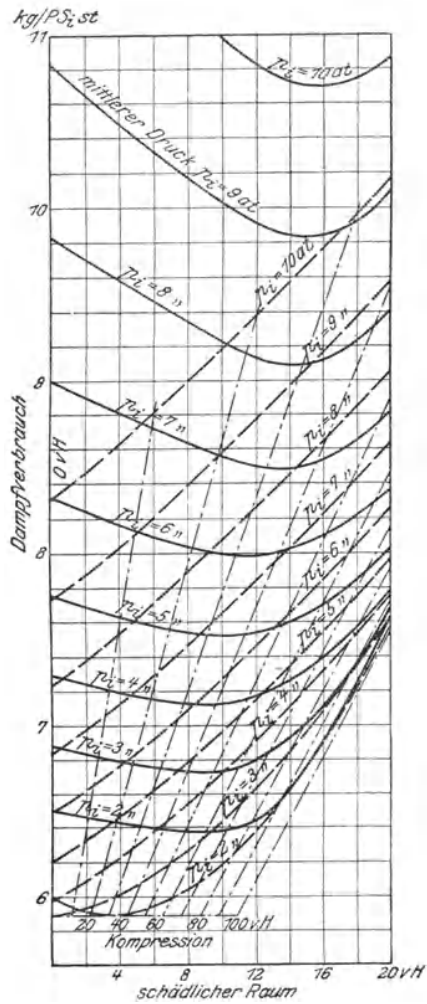


Fig. 19.

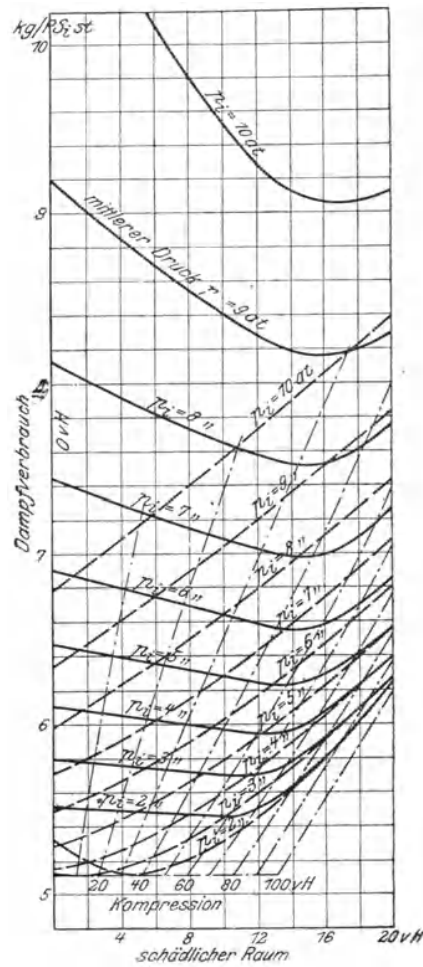
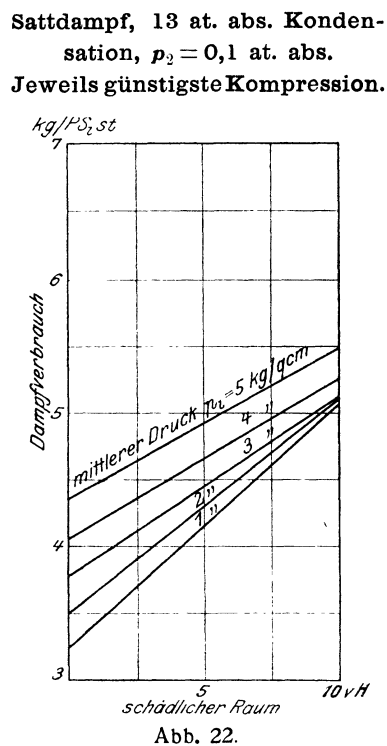
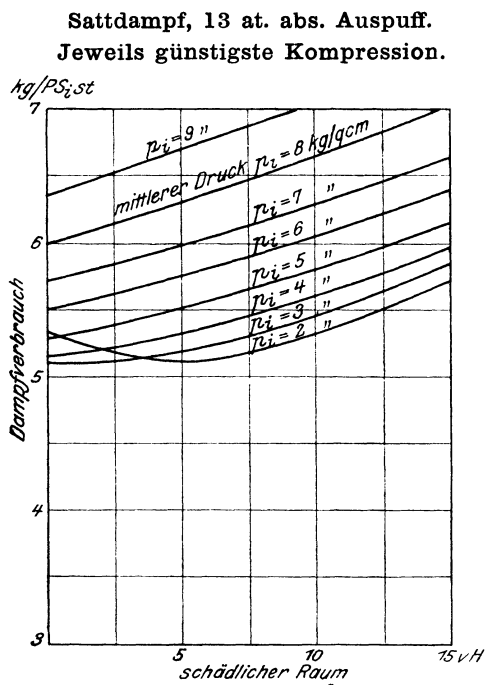


Fig. 20.

hängigkeit vom schädlichen Raum und von mittleren Drücken unter Zu-  
 grundlegung von veränderlicher für das jeweilige  $p_i$  günstigster Kom-  
 pression. Die strichpunktieren Linien sind Linien gleicher günstigster Kom-  
 pression. Die gestrichelten Linien sind mit den strichpunktieren Linien

so zu lesen, daß bei einem  $p_i = 10$  Atm. zu einem schädlichen Raum von 12 % eine günstigste Kompression von 20 % gehört. Der entsprechende theoretische Dampfverbrauch würde 9,4 kg betragen. Ferner würde zu einem schädlichen Raum von 6 % und einem  $p_i$  von 10 Atm. eine günstigste Kompression von 10 % mit einem theoretischen Dampfverbrauch von 8,8 kg gehören.

In derselben Weise sind in Abb. 20 für 14 Atm. abs. und Auspuff, jedoch für eine Dampftemperatur von  $300^\circ$ , dieselben Linien wie in Abb. 19 zusammengetragen.



Beachtenswert ist in Abb. 19 und 20 der Verlauf der gestrichelten Linien für  $p_i = 2$ , welche einen ausgesprochenen nach unten gerichteten Gipfel zeigen. In dem Gipfel läuft die Expansionslinie in eine Spitze aus. Wenn man den schädlichen Raum unter den durch den Gipfel festgelegten Wert vermindert, so ergibt sich für dasselbe  $p_i = 2$  Atm. eine Schleife und infolgedessen eine Erhöhung des Dampfverbrauchs.

Die gestrichelten Linien in Abb. 19 sind in Abb. 21 wiederholt und stellen die Dampfverbrauchszahlen für die verschiedenen  $p_i$  in Abhängigkeit

vom schädlichen Raum für Auspuff, trockenen Satttdampf und 13 Atm. abs., dar, wobei jeweils günstigste Kompression angenommen ist.

Die Linien in Abb. 22 stellen die theoretischen Dampfverbrauchszahlen für die verschiedenen  $p_i$  in Abhängigkeit vom schädlichen Raum dar, wobei trockener Satttdampf von 13 Atm. abs., ein Gegendruck von 0,1 Atm. abs. und jeweils günstigste Kompression angenommen ist.

Heißdampf, 300°, 13 at. abs. Auspuff.  
Jeweils günstigste Kompression.

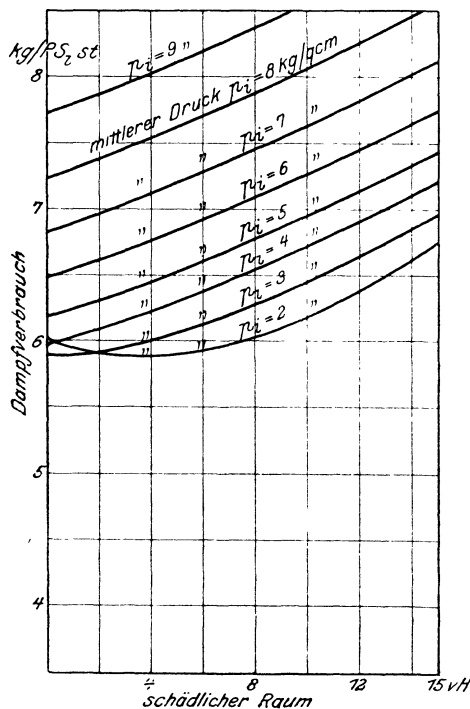


Abb. 23.

Heißdampf, 300°, 13 at. abs.  
Kondensation,  $p_2 = 0,1$  at. abs.  
Jeweils günstigste Kompress.

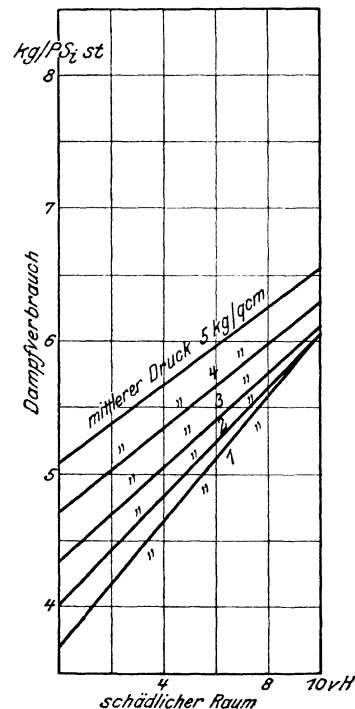


Abb. 24.

Denselben Sinn haben die Linien der Abb. 23 und 24, wobei Heißdampf von 13 Atm. abs. und 300° einmal mit Auspuff (Abb. 23) und einmal für Kondensation ( $p_2 = 0,1$  Atm. abs., Abb. 24) angenommen ist.

Es ist interessant zu sehen, daß, abgesehen von den Werten für kleines  $p_i$  bei Auspuff, die Dampfverbrauchslinien eine fast lineare Abhängigkeit vom schädlichen Raum zeigen, wobei aber stets zu beachten ist, daß für jeden Fall immer die günstigste Kompression angenommen ist. Somit ist man in der Lage, aus diesen Linien einen mittleren spezifischen Raumschaden von

0,0918 kg für die PS,Std. und 1 % schädlichen Raum für trockenen Sattedampf von 13 Atm. abs. und Auspuff, und in derselben Weise einen mittleren spezifischen Raumschaden von 0,1715 kg für die PS,Std. und 1 % schädlichen Raum für trockenen Sattedampf von 13 Atm. abs. und Kondensation ( $p_2 = 0,1$  Atm. abs.) zu entnehmen. Die entsprechenden Zahlen des mittleren spezifischen Raumschadens sind für Heißdampf von 13 Atm. abs. und 300° und Auspuff = 0,072 kg und für Kondensation ( $p_2 = 0,1$  Atm. abs.) = 0,12 kg. Z. B. bei einer Einzylinder-Sattedampf-Kondensationsmaschine wird eine Zunahme des schädlichen Raumes von 6 % den Dampfverbrauch um ein volles Kilogramm steigern.

In den Dampfverbrauchswerten der Abb. 21, 22, 23, 24 steckt für jeweils dasselbe  $p_i$  bzw. jeweils dasselbe  $\varphi$  ein bestimmter unveränderlicher Dampfverbrauchswert für die Vergleichsmaschine ohne schädlichen Raum, welcher sich als wagerechte Linien in Abb. 21, 22, 23, 24 darstellen würde. In dem Abstand dieser Linien von den Dampfverbrauchslinien würde demnach der Raumschaden für die verschiedenen  $p_i$  und die verschiedenen schädlichen Räume bei jeweils günstigster Kompression zum Ausdruck kommen. Demnach gilt der Satz: „Bei demselben Anfangsdruck, Gegendruck, mittleren Druck und jeweils günstigster Kompressionslänge wachsen der theoretische Dampfverbrauch und der Raumschaden ungefähr linear mit der Größe des schädlichen Raumes. Abgesehen von den kleinsten Werten des schädlichen Raumes und des mittleren Drucks ist diese lineare Abhängigkeit bei Vakuum fast vollkommen, bei atmosphärischem Gegendruck angenähert vorhanden.“

Der mathematische Ausdruck für den Raumschaden R ergibt sich aus dem Größenunterschied der Diagramme ohne und mit schädlichem Raum bei demselben  $\varphi$  (s. gestrichelte Flächen der Abb. 1, 2, 3):  $i_{e_1}$ ,  $p_{e_1}$ ,  $i_{e_2}$ ,  $p_{e_2}$  sind Wärmeinhalte und Drucke am Expansionsende der Maschine ohne bzw. mit schädlichem Raum, Hublänge = 1 m, Zyl.-Querschnitt = 1 m<sup>2</sup>, die andern Werte wie früher, adiabatische Kompression und Expansion.

1. Beliebige Kompressionslänge (Wechselstromdampfmaschinen):

$$R = 427 (i_1 - i_{e_1}) \gamma_1 \varphi + 10\,000 (p_{e_1} - p_2) - 427 (i_1 - i_{e_1}) \gamma_1 (\varphi + V_c) \\ - 10\,000 (p_{e_2} - p_2) (1 + s_0) + 10\,000 p_2 (1 - k) + 427 (i_k - i_2) \gamma_2 (k + s_0) \\ + 10\,000 (p_1 - p_k) s_0 \dots \dots \dots \text{(VII)}$$

Alle Werte sind aus der Wärmetafel „Die Dampfturbinen“, Stodola, 4. Aufl. zu entnehmen, wobei Fortdauer der adiabatischen Expansion und Kompression durch die Spannungssprünge hindurch am Ende und Anfang des Diagramms anzunehmen ist.

Für angenäherte Berechnungen mit fast genauen Ergebnissen kann man setzen  $i_{e_1} = i_{e_2}$  und  $p_{e_1} = p_{e_2}$ , d. h.

$$\begin{aligned} \sim R = 10\,000 p_2 (1 - k) + 427 (i_k - i_2) \cdot \gamma_2 (k + s_0) + 10\,000 (p_1 - p_k) s_0 \\ - 427 (i_1 - i_{e_1}) \gamma_1 \cdot V_c - 10\,000 (p_{e_1} - p_2) s_0 \quad \dots \dots \dots \quad \text{(VIII)} \end{aligned}$$

2. 100 % Kompressionslänge (Gleichstromdampfmaschinen):

$$\begin{aligned} R = 427 (i_1 - i_{e_1}) \gamma_1 \cdot \varphi + 10\,000 (p_{e_1} - p_2) - 427 (i_1 - i_{e_2}) \gamma_1 (\varphi + V_c) \\ - 10\,000 (p_{e_2} - p_2) (1 + s_0) + 427 (i_k - i_2) \gamma_2 (1 + s_0) + 10\,000 (p_1 - p_k) s_0 \quad \text{(IX)} \end{aligned}$$

Für angenäherte Berechnungen mit fast genauen Ergebnissen kann man wieder setzen:  $i_{e_1} = i_{e_2}$  und  $p_{e_1} = p_{e_2}$ , d. h.

$$\begin{aligned} \sim R = 427 (i_k - i_2) \gamma_2 (1 + s_0) + 10\,000 (p_1 - p_k) s_0 - 427 (i_1 - i_{e_1}) \gamma_1 V_c \\ - 10\,000 (p_{e_1} - p_2) s_0 \quad \dots \dots \dots \quad \text{(X)} \end{aligned}$$

$V_c$  ist aus der Wärmetafel, vom Anfangskompressionszustand ausgehend, unmittelbar zu entnehmen. Der so ermittelte Wert  $R$  ist der während eines Hubes entstandene absolute Raumschaden eines Zylinders mit dem schädlichen Raum  $s_0$ , dem Hub von 1 m und dem Querschnitt von 1 m<sup>2</sup> in kgm. Durch proportionale Umrechnung ist dieser Wert leicht auf jeden anderen Fall umzurechnen, wie auch durch Multiplizieren mit der sekundlichen Hubzahl und durch Dividieren durch 75 in PS auszudrücken.

$\frac{R}{L_i}$  kann man als relativen Raumschaden bezeichnen, wobei

$$L_i = 427 (i_1 - i_e) \cdot \gamma_1 \varphi + 10\,000 (p_{e_1} - p_2) \quad \dots \dots \dots \quad \text{(XI)}$$

d. i. die Hubleistung in kgm eines Zylinders ohne schädlichen Raum von 1 m<sup>3</sup> Hubvolumen bezeichnet oder

$$\begin{aligned} L_i = 427 (i_1 - i_{e_2}) \gamma_1 (\varphi + V_c) + 10\,000 (p_{e_2} - p_2) (1 + s_0) - 10\,000 p_2 (1 - k) \\ - 427 (i_k - i_2) \gamma_2 (k + s_0) - 10\,000 (p_1 - p_k) s_0 \quad \dots \dots \dots \quad \text{(XII)} \end{aligned}$$

d. i. die Hubleistung in kgm eines Zylinders mit schädlichem Raum von 1 m<sup>3</sup> Hubvolumen bezeichnet. Die Rechnung ergibt bei Gleichstromdampfmaschinen (100 % Kompression und 95 % Vakuum) einen vom Anfangsdruck fast unabhängigen relativen Raumschaden, bezogen auf die Hubleistung einer

Maschine ohne schädlichen Raum, d. i. im Mittel für Anfangsdrucke von 8 bis 15 Atm. abs.:

für 1 % schädlichen Raum $\sim 5\%$	für 5 % schädlichen Raum $\sim 14\%$
„ 2 % „ „ $\sim 6\%$	„ 7 % „ „ $\sim 21\%$
„ 3 % „ „ $\sim 8\frac{1}{2}\%$	„ 9 % „ „ $\sim 27\%$
„ 4 % „ „ $\sim 11\frac{1}{2}\%$	

Auch aus diesen Zahlen geht die angenäherte lineare Abhängigkeit des Raumschadens von der Größe des schädlichen Raums hervor, abgesehen von den sehr kleinen schädlichen Räumen.

Schließlich ist in Abb. 25 eine einfache Betrachtung als Schlußergebnis aus allen vorhergehenden Betrachtungen angegeben, welche es ermöglicht, für jeden irgendwie gearteten Fall die günstigste Kompression zu bestimmen. Für eine gegebene Einfüllmenge  $\varphi$  muß die Kompression dann richtig gewählt sein, wenn auf der Kompressions- und der Expansionsseite unter Zugrunde-

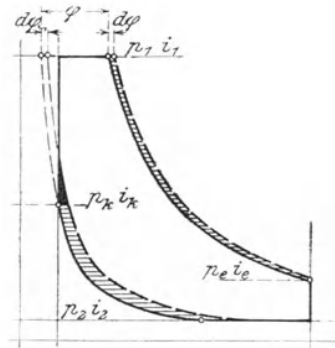


Abb. 25.

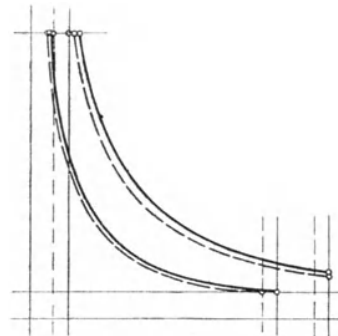


Abb. 26.

legung derselben zusätzlichen Dampfmenge  $d\varphi$  sich dieselbe Größenänderung der Diagrammfläche ergibt, derart, daß die Gleichung besteht

$$427 (i_1 - i_e) \cdot d\varphi \cdot \gamma_1 = 427 (i_k - i_2) d\varphi \cdot \gamma_1$$

oder:  $i_1 - i_e = i_k - i_2 \dots \dots \dots$  (XIII)

d. h. Expansionswärmegefälle = Kompressionswärmegefälle. Man braucht also nur das Expansionswärmegefälle dem Gegendruckwärmeinhalt hinzuzufügen, um den günstigsten Kompressionsenddruck zu erhalten. Durch Einzeichnen der hier auslaufenden adiabatischen Kompressionslinie erhält man

den zugehörigen günstigsten Kompressionsbeginn. Auch hieraus folgt, daß zur Vollfüllung eine Kompressionslänge = Null und zu einer Expansion bis auf den Gegendruck eine Kompression bis auf den Anfangsdruck gehört.

Es gilt somit der Hauptsatz: Bei gegebener Größe des Anfangsdrucks, Gegendrucks, mittleren Drucks und des schädlichen Raums muß die Kompressionslänge so bemessen werden, daß Kompressionswärmegefälle = Expansionswärmegefälle wird.

Tauscht man in diesem Satz Gegendruck und Kompressionslänge miteinander aus, so führt das wieder auf Gleichheit der Wärmegefälle, d. h. es gilt der Satz: Bei gegebener Größe des Anfangsdrucks, des mittleren Drucks, des schädlichen Raums und der Kompressionslänge muß der Gegendruck so bemessen werden, daß Kompressionswärmegefälle = Expansionswärmegefälle wird.

Von einem Diagramm mit gleichen Wärmegefällen ausgehend, führt nämlich eine Verkleinerung des Gegendrucks bei demselben schädlichen Raum und derselben Kompressionslänge auf ein kleineres Kompressionswärmegefälle (s. Wärmetafel) und bei demselben Anfangsdruck und demselben mittleren Druck auf ein größeres Expansionswärmegefälle. Aus dieser Ungleichheit der Wärmegefälle ergibt sich ein größerer Dampfverbrauch. Bei einer Vergrößerung des Gegendrucks ergibt sich unter denselben Voraussetzungen die umgekehrte Wärmegefälleschiebung und damit wieder ein größerer Dampfverbrauch. Daß durch Veränderung des Gegendrucks an und für sich der Dampfverbrauch verändert wird, ist eine für sich zu beurteilende Sache.

Tauscht man im letzten Satz Anfangsdruck und Gegendruck miteinander aus, so führt das wieder auf Gleichheit der Wärmegefälle, d. h. es gilt der Satz: Bei gegebener Größe des Gegendrucks, des mittleren Drucks, des schädlichen Raums und der Kompressionslänge muß der Anfangsdruck so bemessen werden, daß Kompressionswärmegefälle gleich Expansionswärmegefälle wird. Wieder von einem Diagramm mit gleichen Wärmegefällen ausgehend, führt eine Verkleinerung des Anfangsdrucks bei demselben schädlichen Raum, derselben Kompressionslänge, demselben Gegendruck und demselben mittleren Druck auf ein kleineres Expansionswärme-

gefälle und bei Vergrößerung des Anfangsdrucks auf ein größeres Expansionswärmegefälle. Da aber währenddessen das Kompressionswärmegefälle dasselbe geblieben ist, so ergeben sich in beiden Fällen ungleiche Wärmegefälle und größere Dampfverbrauchszahlen. Wieder ist die aus der Veränderung des Anfangsdrucks an und für sich entstehende Dampfverbrauchsveränderung eine für sich zu beurteilende Sache.

Die beiden letzten Sätze haben für mehrstufige Maschinen Bedeutung. Z. B. kann man durch Füllungsänderung des Niederdruckzylinders einer Verbundmaschine den Gegendruck des H. D. Zylinders und den Anfangsdruck des N. D. Zylinders verändern und damit die Wärmegefälle in jedem Zylinder möglichst ausgleichen. Das führt, wenn man das Verbunddiagramm als ein Ganzes auffaßt, auf gleiche Wärmegefälle für Gesamtexpansion und Gesamtkompression unter den Voraussetzungen des Hauptsatzes, d. h. gleiche Wärmegefälle in jedem Teildiagramm führt auf gleiche Wärmegefälle im Gesamtdiagramm.

Dieselbe Betrachtung läßt sich für 3- und 4 stufige Maschinen durchführen.

Es kann nun aber auch bei gegebenem mittleren Druck und gegebenem Kompressionsbeginn nach dem günstigsten schädlichen Raum gefragt werden. Dies hat besondere Bedeutung für Gleichstromdampfmaschinen, bei welchen die Kompressionslänge durch die Kolbenschlitzauslaßsteuerung festgelegt ist.

Die ausgezogenen Linien in Abb. 19 und 20 entsprechen konstanter Kompression von 90 % und schneiden die gestrichelten Linien für gleiches  $p_i$  in Punkten, welche alle auf der strichpunktirten Linie für 90 % günstigste Kompression liegen. Jedem Schnittpunkt entspricht ein bestimmter schädlicher Raum, für welchen bei dem betreffenden  $p_i$  gerade eine Kompression von 90 % die günstigste ist. Die ausgezogenen Linien zeigen, daß bei konstanter Kompression von 90 % durch Verringerung des schädlichen Raums der Dampfverbrauch vermindert werden kann. Betrachtet man z. B. in Abb. 20 die gestrichelte Kurve für  $p_i = 2$  welche den Dampfverbrauch bei jeweils günstigster Kompression angibt, so findet man, daß für einen schädlichen Raum von 17 % die günstigste Kompression 90 % ist. Verfolgt man nun aber die ausgezogene Linie für  $p_i = 2$  welche den Dampfverbrauch für konstante Kompression von 90 % angibt und daher auch durch den vorher betrachteten Punkt geht, so findet man, daß bei 90 % Kompression und  $p_i = 2$  der günstigste schädliche Raum mit dem geringsten Dampfverbrauch



etwa  $10\frac{1}{2}\%$  beträgt. Für diesen erheblich kleineren schädlichen Raum und 90 % Kompression kann natürlich nicht Kompressionswärmegefälle = Expansionswärmegefälle sein, denn dies traf ja für 17 % schädlichen Raum und dieselbe Kompressionslänge zu. Das Gesetz, welches für gegebenen Anfangsdruck, gegebenen Gegendruck, gegebenen mittleren Druck und gegebenen Kompressionsbeginn den günstigsten schädlichen Raum ergibt, findet man vielmehr durch folgende Betrachtung:

Das in Abb. 26 ausgezogen gezeichnete Diagramm möge gerade dem Gesetz der gleichen Wärmegefälle genügen. Es ist dann möglich, die Diagrammfläche zu vergrößern, indem man die Hubraumbegrenzungen nach links verschoben denkt. Wenn man das Diagramm zunächst im übrigen unverändert läßt, wird sich die größte Fläche dann ergeben, wenn bei einer kleinen Verschiebung die Änderung der Fläche auf der Kompressionsseite gerade gleich der Änderung der Fläche auf der Expansionsseite wird, d. h. wenn die beiden Druckgefälle gleich werden. Hierbei hat sich eine neue etwas größere Kompressionslänge ergeben. Verschiebt man jetzt den Kompressionsbeginn, so daß man wieder die frühere Kompressionslänge erhält, so wird bei gleichbleibender eingefüllter Dampfmenge das Kompressionsdruckgefälle verkleinert und das Expansionsdruckgefälle vergrößert, wobei die Diagrammfläche vergrößert bleibt. Durch weitere Verschiebung der Hubraumbegrenzung in gleicher Richtung wie vorher kann dann die Diagrammfläche weiter vergrößert werden. Durch weitere Wiederholung desselben Vorganges nähert man sich der günstigsten Größe des schädlichen Raumes, für welche Kompressionsdruckgefälle = Expansionsdruckgefälle sein muß. Dieses Gesetz ist hier für gegebene unveränderliche eingefüllte Dampfmenge abgeleitet. Da es aber gleichbedeutend ist, ob unter sonst gleichen Bedingungen für eine gegebene Dampfmenge das größte  $p_i$  oder für ein gegebenes  $p_i$  die kleinste Dampfmenge gesucht wird, so ergibt sich der Satz: Bei gegebener Größe des Anfangsdrucks, Gegendrucks, mittleren Drucks und der Kompressionslänge muß der schädliche Raum so bemessen werden, daß Kompressionsdruckgefälle = Expansionsdruckgefälle wird. Eine Vergrößerung des schädlichen Raums kann also unter Umständen eine Dampfverbrauchsverminderung veranlassen. Bei fast allen Gleichstromdampfmaschinen wird gegen diesen Satz verstoßen. Bei fast allen einstufigen Kondensationsgleichstromdampfmaschinen ist der schädliche Raum zu groß, bei fast allen Auspuff- und Niederdruckgleichstromdampfmaschinen zu klein.

Geht man nach dem Hauptsatz von der Gleichheit der Wärmegefälle aus, so ist für verschiedene schädliche Räume und gleichen Kompressions- und Expansionsenddruck angenähert (s. Abb. 27):

$$\frac{s_1}{s_1 + k_1} = \frac{s_2}{s_2 + k_2} = \frac{V_k}{V_2} \text{ oder } s_1 s_2 + s_1 k_2 = s_2 s_1 + s_2 k_1 \text{ oder } \frac{s_1}{s_2} = \frac{k_1}{k_2} \quad \dots \quad (\text{XIV})$$

d. h.: Bei derselben Größe des Anfangsdrucks, des Gegendrucks, des Kompressionsenddrucks, des Expansionsenddrucks und bei Gleichheit zwischen Kompressionswärmegefälle und Expansionswärmegefälle verhalten sich angenähert die günstigsten Kompressionslängen wie die schädlichen Räume (verschiedener mittlerer Druck).

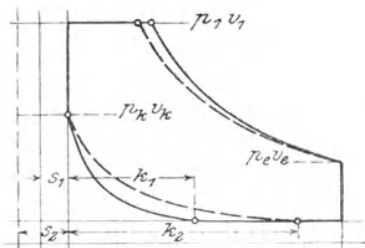


Abb. 27.

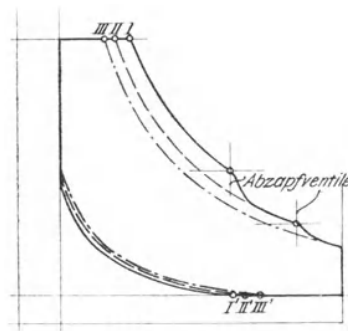


Abb. 28.

Abzapfungen auf der Expansionsseite müssen sinngemäß nach Obigem entsprechende Änderungen in der Kompression zur Folge haben. Bei Gleichstromdampfmaschinen ist, wie früher gezeigt, mehrfache Abzapfung ohne weiteres möglich. Eine oder zwei Abzapfungen gemäß Abb. 28 würden demnach eine Verlegung der ursprünglichen Kompressionslinie I nach II bzw. III zur Folge haben. In demselben Sinne muß eine große Vorausströmung Kompressionsverlängerung zur Folge haben.

Schließlich zeigt der Vergleich des Diagramms 29 mit dem Diagramm 30 die günstige Einwirkung des Verbundprinzips auf den Raumschaden. Im Diagramm Abb. 29 ist derselbe schädliche Raum wie im Niederdruckzylinder des Diagramms Abb. 30 angenommen. Der Vergleich zeigt, daß für den Niederdruckteil beider Diagramme der Raumschaden ungefähr derselbe ist, daß dagegen für den Hochdruckteil das Verbunddiagramm entschieden günstiger

gestellt ist. Nun darf allerdings nicht übersehen werden, daß man das Einzylinderdiagramm in Gleichstromdampfmaschinen mit 1 % schädlichem Raum (Tellerventile) anstatt 6 % schädlichem Raum verwirklichen kann, während das Niederdruckdiagramm in der gewöhnlichen Verbundmaschine meist mit wesentlich größeren schädlichen Räumen durchgeführt wird.

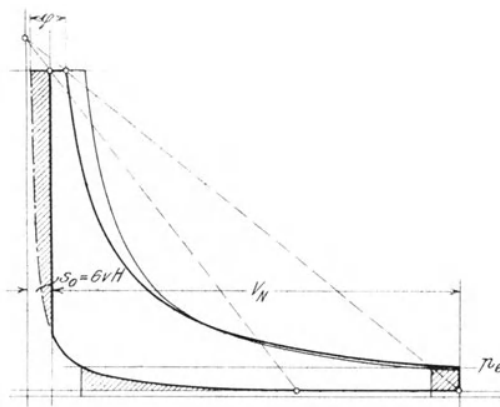


Abb. 29.

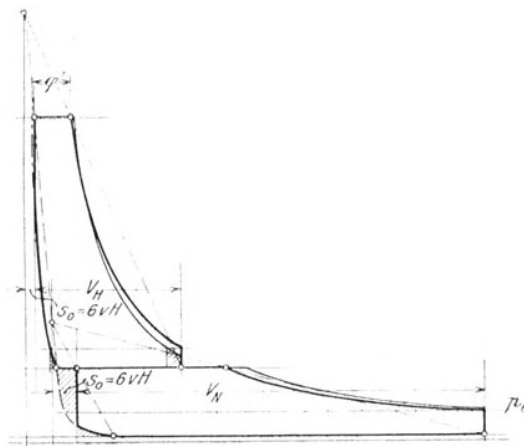


Abb. 30.

Weiter zeigt Abb. 30, daß bei Verbundmaschinen der größte Raum schaden im Niederdruckzylinder, der kleinste Raumschaden im Hochdruckzylinder gegeben ist.

Die Zylinderheizung kann namentlich bei Gleichstromdampfmaschinen einen wesentlich steileren Verlauf der Kompressionslinie und erhöhten Verlauf der Expansionslinie zur Folge haben, was durch Kürzung der Kompressionslänge ausgeglichen werden muß. Einlaßventilundichtheit hat ebenfalls

steileren Verlauf der Kompressionslinie und erhöhten Verlauf der Expansionslinie zur Folge, was durch Kürzung der Kompressionslänge ausgeglichen werden muß. Auslaßventilundichtheit hat die entgegengesetzte Wirkung und muß Kompressionsverlängerung zur Folge haben.

Der Raumschaden ist am größten, wenn die Füllungslänge größer als die Kompressionslänge und der schädliche Raum am Laufzylinder zwischen Kompressionsanfang und Füllungsende angeordnet ist, weil eine Verminderung des Raumschadens durch die Kompression unmöglich ist. Eine Abnahme des Raumschadens findet statt in dem Maße, wie der schädliche Raum durch die Kompressionsstrecke nach dem Hubanfang hin verschoben wird. Dasselbe ist der Fall, wenn der schädliche Raum durch die Expansionsstrecke nach dem Hubende hin verschoben wird, wo schließlich der Raumschaden gleich Null wird.

#### **Kritischer Gegendruck.**

Aus dem Verlauf der Dampfverbrauchslinien in Abb. 18 ist erkennbar, daß es Verhältnisse geben muß, wo eine Kompression von über 100 % die günstigste wird. In einem Dampfzylinder ist aber nur eine Kompression bis angenähert 100 % durchführbar. Eine günstigste Kompression von 120 % würde also eine vorherige Hebung des Druckes entsprechend 20 % Kompression bedeuten, ehe die eigentliche Zylinderkompression von 100 % einsetzen kann. Diese Druckhebung entsprechend einer Kompressionsstrecke von 20 % könnte etwa durch ein Drosselglied im Auspuff oder durch Luft-einlaß in den Kondensator bewirkt werden. Mit anderen Worten, wenn diese Druckhebung entfällt, so geht die Kompression wieder auf 100 % zurück und tritt dann wegen unrichtiger Kompression eine Dampfverbrauchsvermehrung ein. Wenn man also den Kondensatordruck um ein Druckstück entsprechend 20 % Kompression hebt, so hat man den bei 100 % Kompression günstigsten Gegendruck. Hebt man den Druck noch weiter, so erhält man bei 100 % Kompression wieder eine Dampfverbrauchsvermehrung. Damit sind wir am Begriff des kritischen Gegendrucks angelangt. Der kritische Gegendruck ist derjenige Druck im Zylinder (bei Beginn der Kompression), bei dessen Überschreitung und Unterschreitung und gleichbleibender Größe der Kompressionslänge, des schädlichen Raums, der Leistung und des Anfangsdrucks eine Dampfverbrauchsvermehrung

zung eintritt. Aus Abb. 18 geht der Einfluß der Kompressionslänge, aus Abb. 31 der Einfluß der Leistung auf die Höhe des kritischen Gegendrucks hervor.

Abb. 31 zeigt die theoretischen Dampfverbrauchswerte bei 90 % Kompression bei verschiedenen Leistungen in Abhängigkeit vom Gegendruck. Alle drei Kurven zeigen eine Senkung nach rechts, d. h. der Dampfverbrauch fällt bei steigendem Gegendruck. Eine Drosselung im Auspuff bzw. eine teilweise Zerstörung der Luftleere durch Lufteinlaß vermindert demnach den Dampfverbrauch. Der kritische Gegendruck ist also in allen drei Fällen unterschritten. Zugleich zeigt sich ein deutlicher Einfluß der Leistungsgröße auf den kritischen Druck, indem die Absenkung bei der kleinsten Leistung viel größer ist als bei der mittleren oder größten Leistung. Der

Heißdampf, 300°, 13 at. abs. Schädli. Raum 5%.

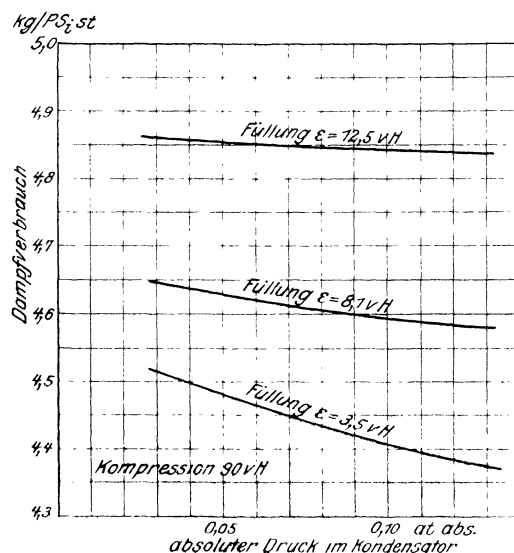


Abb. 31

kritische Gegendruck wird bei allen drei Leistungen da erreicht sein, wo die Kurven den tiefsten Punkt erreicht haben und sich wieder nach oben wenden. Die oberste Kurve wird diesen Punkt am frühesten, die unterste Kurve am spätesten erreichen, d. h.: Der kritische Gegendruck ist um so größer, je kleiner die Leistung ist.

Für die Bestimmung der Größe des kritischen Gegendrucks muß nach dem Früheren nicht die Füllung, sondern die Leistung bzw. das  $p_1$  bzw. bei gegebener Größe des Anfangsdrucks, des schädlichen Raums und der Kompressionslänge die Einfüllmenge  $\varphi$  zugrunde gelegt werden. Nach Abb. 5

ist bei adiabatischer Expansion und Kompression ( $p v^{1.33} = \text{konst.}$ ) der reziproke Wert des Dampfverbrauchs (s. S. 9. 10):

$$O = \frac{p_1(V_E - S_0) + \frac{p_1 \cdot V_E^n}{1-n} (V_H^{1-n} - V_E^{1-n}) - \frac{p_2 V_K^n}{1-n} (V_K^{1-n} - S_0^{1-n})}{\varphi} - \frac{p_2(V_H - V_K)}{\varphi}$$

$$O = \frac{p_1}{\varphi} (V_E - S_0) + \frac{p_1}{\varphi} \cdot \frac{V_E}{n-1} \left[ 1 - \left( \frac{V_E}{V_H} \right)^{n-1} \right]$$

$$- \frac{p_2 \cdot p_1}{p_1 \cdot \varphi} \cdot \frac{V_K}{n-1} \cdot \left[ \left( \frac{V_K}{S_0} \right)^{n-1} - 1 \right] - \frac{p_2 \cdot p_1}{p_1 \cdot \varphi} (V_H - V_K)$$

$$\dot{O} = \frac{p_1}{\varphi} V_E - \frac{p_1}{\varphi} S_0 + \frac{p_1}{\varphi} \frac{V_E}{n-1} - \frac{p_1}{\varphi} \frac{V_E^n}{(n-1) V_H^{n-1}} - \frac{p_2 \cdot p_1}{p_1 \cdot \varphi} \frac{V_K^n}{(n-1) S_0^{n-1}}$$

$$+ \frac{p_2 \cdot p_1}{p_1 \cdot \varphi} \frac{V_K}{n-1} - \frac{p_2 \cdot p_1}{p_1 \cdot \varphi} V_H + \frac{p_2 \cdot p_1}{p_1 \cdot \varphi} V_K, \quad V_E = \varphi + V_c - \varphi + V_K \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{1}{n}}$$

$$O = p_1 + \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{1}{n}} \cdot \frac{p_1}{\varphi} \frac{V_K \cdot n}{n-1} - \frac{p_1}{\varphi} S_0 + \frac{p_1}{\varphi} \frac{p_1}{(n-1)} - \frac{p_1}{\varphi} \frac{V_K^n}{(n-1) V_H^{n-1}} \left( \frac{\varphi}{V_K} + \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{1}{n}} \right)^n$$

$$- \frac{p_2 \cdot p_1}{p_1 \cdot \varphi} \frac{V_K^n}{(n-1) S_0^{n-1}} + \frac{p_2 \cdot p_1}{p_1 \cdot \varphi} \frac{V_K \cdot n}{n-1} - \frac{p_2 \cdot p_1}{p_1 \cdot \varphi} V_H.$$

Die Klammer des 5. Gliedes wird nach dem binomischen Satz in eine Reihe aufgelöst, wovon nur die drei ersten Glieder in Betracht kommen, und dann eingesetzt:

$$\left( \frac{\varphi}{V_K} + \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{1}{n}} \right)^n = \left( \frac{\varphi}{V_K} \right)^n + n \left( \frac{\varphi}{V_K} \right)^{n-1} \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{1}{n}} + \frac{n(n-1)}{1 \cdot 2} \left( \frac{\varphi}{V_K} \right)^{n-2} \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{2}{n}}.$$

$$O = p_1 + \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{1}{n}} \cdot \frac{p_1}{\varphi} \frac{V_K \cdot n}{n-1} - \frac{p_1}{\varphi} S_0 + \frac{p_1}{\varphi} \frac{p_1}{(n-1)} - \frac{p_1}{\varphi} \frac{p_1}{(n-1)} \left( \frac{\varphi}{V_H} \right)^{n-1}$$

$$\left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{1}{n}} \frac{n}{n-1} p_1 \frac{V_K}{\varphi} \left( \frac{\varphi}{V_H} \right)^{n-1} - \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{2}{n}} \frac{n}{2} p_1 \left( \frac{V_K}{\varphi} \right)^2 \left( \frac{\varphi}{V_H} \right)^{n-1}$$

$$\frac{p_2 \cdot p_1}{p_1 \cdot \varphi} \frac{V_K^n}{(n-1) S_0^{n-1}} + \frac{p_2 \cdot p_1}{p_1 \cdot \varphi} \frac{V_K \cdot n}{n-1} - \frac{p_2 \cdot p_1}{p_1 \cdot \varphi} V_H.$$

Bei kleinstem Dampfverbrauch, d. h. bei größtem  $\dot{O}$  muß  $\frac{d\dot{O}}{d\left(\frac{p_2}{p_1}\right)} = 0$  sein.

$$\frac{d\dot{O}}{d\left(\frac{p_2}{p_1}\right)} = \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{1}{n}-1} \cdot \frac{p_1}{\varphi} \frac{V_K}{n-1} - \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{1}{n}-1} \cdot \frac{p_1}{(n-1)\varphi} \left( \frac{\varphi}{V_H} \right)^{n-1}$$

$$- \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{2}{n}-1} p_1 \left( \frac{V_K}{\varphi} \right)^2 \cdot \left( \frac{\varphi}{V_H} \right)^{n-1} - \frac{p_1}{\varphi} \frac{V_K^n}{(n-1) S_0^{n-1}} + \frac{p_1}{\varphi} \frac{V_K \cdot n}{n-1} - \frac{p_1}{\varphi} V_H = 0.$$

$$\frac{\left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{1}{n}-1} \left[ 1 - \left( \frac{\varphi}{V_H} \right)^{n-1} \right] - \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{2}{n}-1} \frac{V_K}{\varphi} (n-1) \left( \frac{\varphi}{V_H} \right)^{n-1} - \left[ \left( \frac{V_K}{S_0} \right)^{n-1} + \frac{V_H}{V_K} (n-1) - n \right] = 0}{(XV)}$$

Für  $V_H = V_K$ , d. i. für 100 % Kompression (Gleichstromdampfmaschinen) nimmt diese Formel die einfachere Form an:

$$\underline{\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{1-n} \left[1 - \left(\frac{\varphi}{V_H}\right)^{n-1}\right] - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{2-n} (n-1) \left(\frac{\varphi}{V_H}\right)^{n-2} - \left[\left(\frac{V_H}{S_0}\right)^{n-1} - 1\right] = 0} \quad \text{(XVI)}$$

Setzt man in diesen Gleichungen  $\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{1-n} = \frac{1}{x}$  und  $n = 1.33 = \infty \frac{4}{3}$ , so ist  $x = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{n-1}$  oder  $x^{n-1} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^1$ .

Demnach  $\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{2-n} = x^{-1} \cdot \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^1 = x^{-1} \cdot x^{n-1} = x^{n-1-1} = x^{1.33-1} = x^{0.33} = x^{\frac{1}{3}}$ .

Demnach kann man Gleichung (XV) in die Form bringen:  $\frac{b}{x} - a x^2 - c = 0$   
 oder  $x^3 + \frac{c}{a} x - \frac{b}{a} = 0$ .

Schreibt man diese Gleichung  $x^3 + px + q = 0$ , wobei  $p = \frac{c}{a}$  und  $q = -\frac{b}{a}$  ist, so hat man eine kubische Gleichung, welche nach folgender Cardanischen Formel gelöst werden kann:

$$\underline{x = \sqrt[3]{-\frac{1}{2}q + \sqrt{\left(\frac{1}{2}q\right)^2 + \left(\frac{1}{3}p\right)^3}} + \sqrt[3]{-\frac{1}{2}q - \sqrt{\left(\frac{1}{2}q\right)^2 + \left(\frac{1}{3}p\right)^3}} \quad \text{(XVII)}$$

Mit Hilfe der Formeln (XV), (XVI), (XVII) sind die kritischen Gegendrucke  $p_2$  für die verschiedenen Anfangsdrucke, Einfüllmengen, schädlichen Räume und Kompressionslängen berechnet, in die Abb. 32, 33, 34 u. 35 eingetragen und so der Einfluß der genannten Ursachen für die Höhe der kritischen Gegendrucke bestimmt worden.

Abb. 32 zeigt die Abhängigkeit des kritischen Gegendrucks vom schädlichen Raum bei verschiedenen Anfangsdrucken, unveränderlicher Einfüllmenge  $\varphi = 10 \%$  und unveränderlicher Kompressionslänge = 100 % (Gleichstromdampfmaschine). Die Ordinaten der einzelnen Kurven für irgendeinen Wert von  $S_0$  zeigen, daß der kritische Gegendruck  $p_2$  dem Anfangsdruck  $p_1$  proportional ist, was auch aus obiger Beziehung  $\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{1-n}{n}} = \frac{1}{x}$  hervorgeht.

$$\underline{p_2 = p_1 \left(\frac{1}{x}\right)^{\frac{n}{1-n}} = p_1 x^{\frac{1.33}{1-1.33}} = p_1 x^4 \dots \dots \dots \quad \text{(XVIII)}$$

Bei derselben Größe des schädlichen Raums, der Leistung und der Kompressionslänge ist der kritische Gegendruck dem Anfangsdruck proportional.

Bei derselben Größe des Anfangsdrucks, der Leistung und der Kompressionslänge ist der kritische Gegendruck in stetig wachsender Größe vom schädlichen Raum abhängig — anfangs schwach wachsend, dann immer stärker und schließlich in größtes lineares Wachstum übergehend.

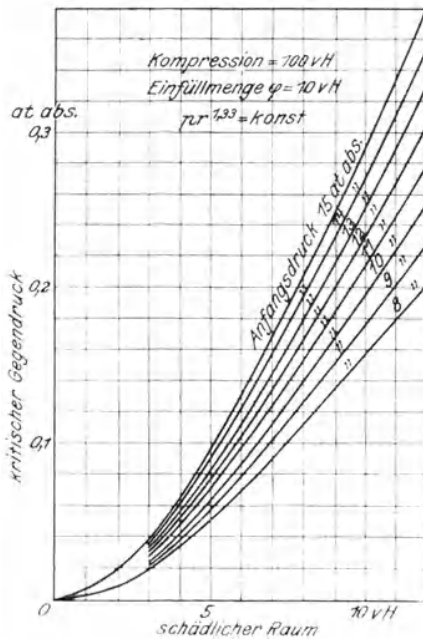


Abb. 32

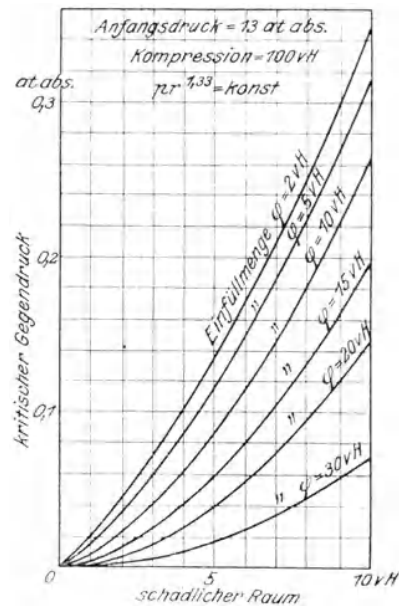


Abb. 33.

Daß bei einem schädlichen Raum gleich Null der kritische Gegendruck ebenfalls gleich Null ist und bei einem sehr kleinen schädlichen Raum auch ein sehr kleiner kritischer Gegendruck gegeben sein muß, ist ohne weiteres klar, geht auch aus den Kurven hervor und wird leider beim Entwurf von Dampfmaschinen oft nicht beachtet. Der schädliche Raum ist der Urgrund von allem Übel. Wird derselbe gleich Null, so wird nicht nur der kritische Gegendruck, sondern auch der Raumschaden gleich Null und die Dampfkolbenmaschine in dieser Hinsicht auf die Höhenlage der Dampfturbine gehoben. Beachtenswert ist die langsame anfängliche Zunahme des



kritischen Gegendrucks, was wieder auf Kleinhaltung des schädlichen Raums hinweist.

Abb. 33 zeigt die Abhängigkeit des kritischen Gegendrucks von der Einfüllmenge bei verschiedenen schädlichen Räumen, unveränderlichem Anfangsdruck  $p_1 = 13$  Atm. abs. und unveränderlicher Kompressionslänge von 100 %. Der kritische Gegendruck steigt mit abnehmender Einfüllmenge. Auch hier zeigt sich, daß zur Erzielung möglichst kleiner kritischer Gegendrücke ein möglichst kleiner schädlicher Raum anzustreben ist, — dies namentlich bei kleinen Füllungen, z. B. bei Gleichstromkondensationsmaschinen.

Bei gleichbleibender Größe des schädlichen Raums, des Anfangsdrucks und der Kompressionslänge wird der kritische Gegendruck um so größer, je kleiner die Leistung wird.

Abb. 34 zeigt die Abhängigkeit des kritischen Gegendrucks von der Kompressionslänge für verschiedene Einfüllmengen, unveränderlichen Anfangsdruck von 13 Atm. abs. und unveränderlichen schädlichen Raum von 2 %. Der kritische Gegendruck wächst zunächst rasch mit wachsender Kompressionslänge, erreicht einen Höchstwert bei 30 bis 40 % und fällt dann stetig ab. Die Kurven verlaufen um so flacher und stetiger ansteigend, je größer die Füllung wird. Sie sprechen für die gebräuchlichen Kompressionslängen von 30 bis 40 % der Wechselstromdampfmaschinen bei Regeleinfüllmengen von 30 bis 40 % und mehr und für die Kompressionslänge von etwa 100 % der Gleichstromdampfmaschinen bei Regeleinfüllmengen von 15 bis 10 % und weniger, während Abb. 32 u. 33 auch für die großen Einfüllmengen und unterteilten Drucke der mehrstufigen Wechselstromdampfmaschinen, aber gegen die kleinen Einfüllmengen und hohen Drucke der einstufigen Gleichstromdampfmaschinen sprechen. Bei mehrstufigen Maschinen ist natürlich der Niederdruckzylinder und der Druck des vorgeschalteten Aufnehmers für die Höhe des kritischen Gegendrucks maßgebend. Die Kompressionslänge beeinflusst die Höhenlage des kritischen Gegendrucks am wenigsten, — dies namentlich bei großen Einfüllmengen. Zu beachten ist die Verwendung des doppelten Höhenmaßstabs in Abb. 34 gegenüber Abb. 32, 33 u. 35.

Abb. 35 zeigt die Abhängigkeit des kritischen Gegendrucks von der Kompressionslänge bei verschiedener Größe des schädlichen Raums, bei unveränderlichem Anfangsdruck von 13 Atm. abs. und unveränderlicher Einfüllmenge von 10 %. Die starke Abhängigkeit des kritischen Gegendrucks vom schädlichen Raum, welcher in er-

höherer Progression mit der Größe des schädlichen Raums wächst, tritt auch hier deutlich hervor. Der kritische Druck steigt rasch an bis etwa 40 % Kompressionslänge, um so rascher, je größer der schädliche Raum ist, und fällt dann stetig bei weiterer Vergrößerung der Kompressionslänge.

Nach der Einflußstärke geordnet, kommt der schädliche Raum zuerst, dann der Anfangsdruck, dann die Einfüllmenge und dann die Kompressions-

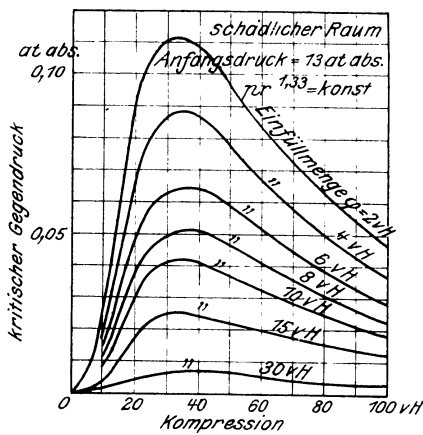


Fig. 34.

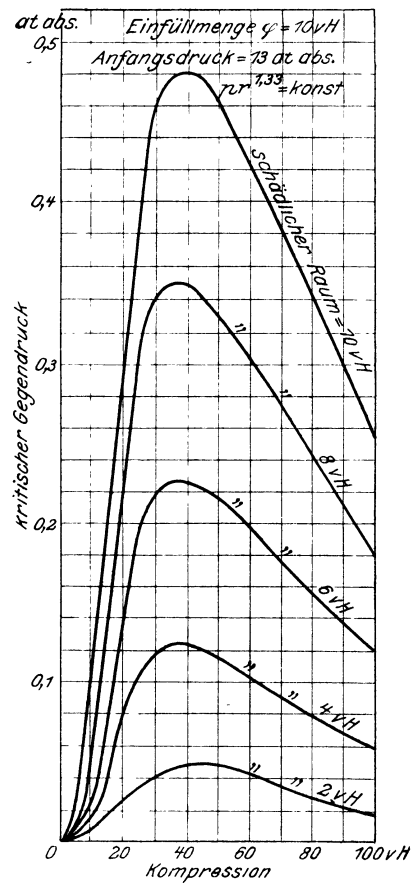


Fig. 35

länge. Die Forderung nach kleinem schädlichen Raum steht an erster Stelle. Dem kommt die Gleichstromdampfmaschine in bester Weise nach, namentlich bei Hochhubeinlaßstellerventilen, welche etwa 1 % schädlichen Raum ermöglichen. Die Kompressionslänge von 100 % ist bei den kleinen Reguleinfüllmengen der Gleichstromdampfmaschine ebenfalls günstig. Z. B. ergibt Abb. 32 bei  $p_1 = 10 \text{ Atm. abs.}$ ,  $\varphi = 10 \%$  und  $V_K = 100 \%$  und  $s_0 = 1$  einen

kritischen Gegendruck von nur 0.004 Atm., ein Druck, welcher auch mit den besten neuzeitlichen Kondensationsanlagen nicht erreichbar ist. Dabei trifft es sich ungemein günstig, daß bei diesen Daten auch ein sehr kleiner Raumschaden gegeben ist. Nicht nach dem geringsten kritischen Gegendruck allein, sondern nach gleichzeitiger Erzielung des kleinsten Raumschadens und des kleinsten kritischen Gegendrucks muß gefragt werden. Der Raumschaden kann sehr groß und zugleich der kritische Gegendruck gleich Null sein, z. B. bei sehr großem schädlichen Raum und bei Kompressionslänge gleich Null.

Die einstufige Gleichstromdampfmaschine ist wegen des ungünstigen Einflusses des hohen Anfangsdruckes und der kleinen Einfüllmenge auf Kleinhaltung des schädlichen Raums angewiesen, was sie aber auch auf Grund ihrer Bauart ohne weiteres kann. Die mehrstufige Wechselstromdampfmaschine kann sich wegen des günstigen Einflusses des kleinen Anfangsdruckes und der großen Einfüllmenge große schädliche Räume gestatten und dabei doch sehr tiefe kritische Gegendrucke erzielen. Anders liegt der Fall bei einstufigen Wechselstromdampfmaschinen, welche auf Grund ihrer Bauart meist große schädliche Räume erfordern. Z. B. hat nach Abb. 35 eine einstufige Maschine von  $s_0 = 10\%$ ,  $p_1 = 13$  Atm. abs.,  $\varphi = 10\%$  und  $V_K = 40\%$  einen kritischen Gegendruck von fast 0,5 Atm. abs. Hier kommen alle ungünstigen Einflüsse zusammen: großer schädlicher Raum, großer Anfangsdruck, kleine Einfüllmenge und die ungünstigste Kompression von 40%. Es dürfte nicht ausgeschlossen sein, irgendwo eine auf ähnlicher Grundlage arbeitende Maschine zu finden. Bei  $s_0 = 20$ ,  $p_1 = 15$ ,  $\varphi = 10\%$ ,  $V_K = 40\%$  ergibt sich ein kritischer Druck von 1 Atm. abs. Hier würde also jede Kondensation schädlich sein. Die Stufeneinteilung vermindert nicht nur den Raumschaden, sondern auch den kritischen Gegendruck, und zwar in einem solchen Maß, daß selbst große Fehler, z. B. große schädliche Räume, in ihren Folgen größtenteils wirkungslos werden.

Aus den Kurven 32, 33, 34, 35 geht weiter hervor, daß der kritische Gegendruck = Null wird bei  $s_0 = 0$ ,  $p_1 = 0$ ,  $V_K = 0$  und einen Höchstwert erreicht bei  $\varphi = 0$ . In diesen Betrachtungen bedeuten Einfüllmenge, mittlerer Druck und Leistung dasselbe, so daß in allen abgeleiteten Sätzen Einfüllmenge durch mittleren Druck oder Leistung ersetzt werden kann.

Eine Unterschreitung des kritischen Gegendrucks, also Erhöhung des

Dampfverbrauchs, sowie zwecklose Erzeugung eines zu guten Vakuums ist bei einigermaßen gut durchgebildeten Gleichstromdampfmaschinen ( $s_0 = 1-2\%$ ) ausgeschlossen, kommt aber bei Wechselstromdampfmaschinen nicht selten vor. Das geht so weit, daß selbst findige Maschinisten und Heizer im Betrieb die Schädlichkeit eines zu guten Vakuums feststellen konnten. Auch Herr Prof. Josse erwähnt in der Z. d. V. d. I. 1909, S. 324 einen solchen Fall: „Man verfolge die Abnahme des Dampfverbrauchs mit dem Gegendruck bis 0,2 Atm. abs. Von da ab konnte eine weitere Verminderung des Dampfverbrauchs durch Erhöhung des Vakuums nicht mehr festgestellt werden.“ In diesen 0,2 Atm. steckt zunächst der besprochene kritische Gegendruck, dann ein Zuschlag durch vermehrte Undichtheit und vermehrte Zylinderkondensation infolge des vertieften Vakuums. Namentlich letztere fällt bei der Naßdampf-Wechselstromdampfmaschine des obigen Versuchs sehr groß aus. Auch wächst der Druckunterschied zwischen dem Zylinderinnern und dem Kondensator mit wachsender Luftleere wegen der stets unzureichenden Auslaßquerschnitte. Bei den Gleichstromdampfmaschinen kann der Schlitzauslaß leicht ausreichend bemessen und die Undichtheit und Zylinderkondensation durch den Fortfall des Auslaßventils, durch die Ausbildung des Einlaßglieds als Tellerventil und durch den Gleichstrom wesentlich vermindert werden, so daß bei gut durchgebildeten und gut hergestellten Gleichstromdampfmaschinen im allgemeinen ein nennenswerter Zuschlag zu den oben besprochenen Rechnungsergebnissen entfallen kann. In letzteren steckt implizite die Beachtung der Gesetze von der Gleichheit der Expansionsdruckgefälle und Kompressionsdruckgefälle bzw. der Expansionswärmegefälle und Kompressionswärmegefälle.

Bei gegebenem Anfangsdruck und gegebenem mittleren Druck ist der geringste Dampfverbrauch dann gegeben, wenn der schädliche Raum = Null und der Gegendruck = Null und damit die Kompressionslänge = Null bzw. einflußlos werden. Der kritische Gegendruck, d. i. der günstigste Gegendruck und die Kompressionslänge in Gestalt einer günstigsten Kompressionslänge treten aber sofort in die Erscheinung, wenn der schädliche Raum eine endliche Größe erhält. Man kann dann im Sinne der Kurven in Abb. 31 die Kompressionslänge bis auf das äußerst mögliche Größtmaß von 100 % vergrößern und dann den Gegendruck so weit vertiefen, bis Gleichheit der Wärmegefälle entsteht, und so die günstigste Grundlage für die Erzielung des geringsten Dampfverbrauchs schaffen, d. h. es gilt der Satz: Bei gegebener Größe des Anfangsdrucks, des mittleren Drucks und

des schädlichen Raums wird der geringstmögliche Dampfverbrauch dann erreicht, wenn die Kompressionslänge = 100 % und der Gegendruck (kritischer Gegendruck) im Zylinder so gewählt werden, daß Kompressionswärmegefälle = Expansionswärmegefälle wird (Gleichstromdampfmaschine).

### Zusammenfassung.

1. Der Raumschaden wird bestimmt durch den schädlichen Raum, den Anfangsdruck, den Gegendruck, den mittleren Druck und die Kompressionslänge. Er wächst mit dem schädlichen Raum und dem Anfangsdruck, nimmt ab mit zunehmendem Gegendruck und zunehmendem mittleren Druck und erreicht bei einer bestimmten Kompressionslänge den kleinsten Wert.

2. Richtig bemessene Kompression verringert den Raumschaden; sie kann bei Füllungsänderung für kleine schädliche Räume unveränderlich und sollte für große schädliche Räume veränderlich sein (namentlich bei Einzylindermaschinen).

3. Bei gutem Vakuum hat eine Änderung der Kompressionslänge keinen nennenswerten Einfluß auf den Dampfverbrauch.

4. Der Raumschaden ist gleich Null, wenn bis auf den Gegendruck expandiert und bis auf den Anfangsdruck komprimiert wird.

5. Bei demselben Anfangsdruck, demselben Gegendruck, demselben mittleren Druck und jeweils günstigster Kompressionslänge wachsen der theoretische Dampfverbrauch und der Raumschaden ungefähr linear mit der Größe des schädlichen Raums. Abgesehen von den kleinsten Werten des schädlichen Raums und des mittleren Drucks ist diese lineare Abhängigkeit bei Vakuum fast vollkommen, bei atmosphärischem Gegendruck angenähert vorhanden.

6. Bei gegebener Größe des Anfangsdrucks, Gegendrucks, mittleren Drucks und des schädlichen Raums muß die Kompressionslänge so bemessen werden, daß Kompressionswärmegefälle = Expansionswärmegefälle wird.

7. Bei gegebener Größe des Anfangsdrucks, des mittleren Drucks, des schädlichen Raums und der Kompressionslänge muß der Gegendruck so bemessen werden, daß Kompressionswärmegefälle = Expansionswärmegefälle wird.

8. Bei gegebener Größe des Gegendrucks, des mittleren Drucks, des schädlichen Raums und der Kompressionslänge muß der Anfangsdruck so bemessen werden, daß Kompressionswärmegefälle = Expansionswärmegefälle wird.

9. Bei gegebener Größe des Anfangsdrucks, des Gegendrucks, des mittleren Drucks und der Kompressionslänge muß der schädliche Raum so bemessen werden, daß Kompressionsdruckgefälle = Expansionsdruckgefälle wird.

10. Bei derselben Größe des Anfangsdrucks, des Gegendrucks, des Kompressionsenddrucks und des Expansionsenddrucks und bei Gleichheit zwischen Kompressionswärmegefälle und Expansionswärmegefälle verhalten sich die günstigsten Kompressionslängen ungefähr wie die schädlichen Räume (verschiedener mittlerer Druck).

11. Bei entsprechender Wahl der Kompressionslänge muß der schädliche Raum so klein als möglich gehalten werden — dies besonders bei einstufigen Kondensationsdampfmaschinen und den Niederdruckzylindern von zwei- und mehrstufigen Kondensationsdampfmaschinen.

12. Die Stufeneinteilung ergibt eine Raumschadenverminderung, wobei der Hochdruckzylinder den kleinsten, der Niederdruckzylinder den größten Raumschaden hat. Bei Zwischenschaltung weiterer Zylinder nimmt meist der Raumschaden nach Maßgabe der zunehmenden Zylindergröße zu.

13. Bei gegebener Größe des Anfangsdrucks, des mittleren Drucks und des schädlichen Raums wird der geringstmögliche Dampfverbrauch dann erreicht, wenn die Kompressionslänge = 100 % und der Gegendruck (kritischer Gegendruck) im Zylinder so gewählt werden, daß Kompressionswärmegefälle = Expansionswärmegefälle wird (Gleichstromdampfmaschine).

14. Der kritische Gegendruck wird bestimmt durch den Anfangsdruck, den schädlichen Raum, den mittleren Druck und die Kompressionslänge. Er wächst proportional mit dem Anfangsdruck und in stärkerer Progression mit der Größe des schädlichen Raums; er wächst anfangs mit zunehmender Kompressionslänge und nimmt bei weiterer Zunahme derselben wie auch mit zunehmendem mittleren Druck ab. Er ist = Null bei Anfangsdruck = Null, bei schädlichem Raum = Null, bei Kompressionslänge = Null und erreicht einen Höchstbetrag bei mittlerem Druck = Null. Weitaus den stärksten Einfluß übt der schädliche Raum, weniger stark das Druckgefälle, während der Einfluß der Kompressionslänge und des mittleren Drucks stark zurücktritt.

15. Bei mehrstufigen Maschinen bestimmt der Niederdruckzylinder den kritischen Gegendruck. Die Stufeneinteilung vermindert unter sonst gleichbleibenden Verhältnissen den kritischen Gegendruck nach Maßgabe der Verminderung des Niederdruckzylinderdampfdrucks.

16. Nicht nach dem geringsten kritischen Gegendruck allein, sondern nach gleichzeitiger Erzielung des kleinsten Raumschadens und des kleinsten kritischen Gegendrucks muß gefragt werden. Der Raumschaden kann sehr groß und zugleich der kritische Gegendruck = Null sein. Von allen Einzylinderkondensationsdampfmaschinen hat die Tellerventilgleichstromkondensationsdampfmaschine zugleich den geringsten Raumschaden und einen weit unter dem Kondensatordruck der besten Kondensationseinrichtungen liegenden kritischen Gegendruck, weil sie den kleinsten schädlichen Raum von nur etwa 1 % und dabei günstige Kompressionslänge besitzt.

### Erörterung.

Der Vorsitzende, Herr Geheimer Regierungsrat Professor Dr.-Ing. Busley:

Herr Geheimrat, ich muß Ihnen gestehen, daß ich bisher noch keine Arbeit kennen gelernt habe, in welcher der Einfluß des schädlichen Raumes so eingehend und systematisch behandelt worden ist wie in Ihrem Vortrag. Sie haben vor allen Dingen eine strenge Untersuchung über den kritischen Gegendruck angestellt, und ich bin überzeugt, daß der kritische Gegendruck in späteren Lehrbüchern für Dampfmaschinenbau seinen Eingang finden wird.

Im übrigen möchte ich Ihnen im Namen aller hier anwesenden Schiffsmaschinenbauer unseren verbindlichsten Dank aussprechen für die Muhe, mit der Sie Ihren Vortrag ausgearbeitet haben. Jeder, der sich in denselben vertieft, wird über die große Anzahl von Versuchen und umfangreichen Rechnungen staunen, die Sie anstellen mußten, um die Schlußfolgerungen aus ihrer Arbeit zu ziehen. Ich danke Ihnen also im Namen der Versammlung. (Lebhafter Beifall.)

## XI. Schiffbau als Kunst.

*Vorgetragen von Professor Otto Lienu, Danzig.*

Der künstlerischen Ausgestaltung neuzeitlicher Passagierdampfer haben die Kenner wirklicher Kunst meist ein recht schlechtes Zeugnis ausgestellt; sie glauben in der heutigen Art. Schiffe künstlerisch zu gestalten, nur die sinnlose Nachahmung einer mißverstandenen Landarchitektur erblicken zu sollen. Die Verführung, sich diesem Urteil anzuschließen, ist groß, aber wir kommen mit solcher Verurteilung allein nicht weiter. Wir müssen vielmehr den Ausweg aus dem Streit der Meinungen suchen!

Auch in der Baukunst des festen Landes hat erst die Beschäftigung mit den Grundlagen der historischen Kunst die Wege gewiesen, auf denen die alte Höhe der Baukunst wieder zu erreichen ist. Um daher auch im Schiffbau zu einem klaren Urteil über die künstlerischen Werte und Möglichkeiten zu gelangen, ist es angebracht, zunächst einmal den Quellen nachzugehen, aus denen heraus in alten Zeiten künstlerisch wertvolle Schiffbauten geschaffen wurden. Eine von mir in dieser Richtung begonnene größere Arbeit hat der Krieg leider vor Fertigstellung unterbrochen, aber das vor dem Kriege gesammelte und jetzt gesichtete Material an Bildern und Skizzen bot doch schon ausreichend Anhaltspunkte, um eine kurze Zusammenstellung im Rahmen eines Vortrags zu ermöglichen. Die vorgelegten Skizzen können zwar weder auf Vollständigkeit noch auf volle Zuverlässigkeit in allen Einzelheiten Anspruch erheben, aber sie geben für die Absicht dieser Studie genügend Beweismittel an die Hand, und heute, wo wir anscheinend an der Schwelle einer Zeit stehen, wie sie der deutsche Schiffbau noch nicht gesehen hat, erscheint es, ehe wir vielleicht wieder in die alten Fehler verfallen, begründet, den Grundlagen wirklicher Schiffbaukunst nachzuforschen.

In der Architektur glaubt man die Grundlagen für ein künstlerisches Gestalten, das auch den Forderungen der heutigen Zeit entspricht, am klarsten in der mittelalterlichen, der gotischen Baukunst erkennen zu sollen. Einer der besten Kenner dieser Zeit charakterisiert sie mit folgenden Worten:



„Die gotische Kunst kennt kein Formenschema, sondern nur die Konstruktion. sie ordnet ihre Massen einzig und allein nach statischen Gesetzen, genau wie der neuzeitliche Eisenbau; bei ihr fließt die Schönheit einer jeden Aufgabe aus ihrem innersten Wesen und stellt sich als die notwendige Folge der wohlverstandenen Dauerhaftigkeit und Zweckmäßigkeit dar. Sie gestaltet für jeden Einzelteil die seinem konstruktiven Zweck angemessenste Form.“

Mit anderen Worten gesagt heißt dies: Das Wesen der gotischen Kunst besteht darin, für das Zweckmäßige den klaren künstlerischen Ausdruck zu finden; oder: „Schönheit ist ihr die vollendete Darstellung des Zweckmäßigen“.

Auch der Ursprung des germanischen Schiffbaues ruht im Gotischen, nicht nur dem Wesen, sondern auch der Zeit nach. Denn in jene Zeit des Mittelalters fällt die Blüte des holländischen Holzschiffbaues, aus dem sich dann später der deutsche entwickelte.

Die in der Zweckmäßigkeit wurzelnde Schönheit ist aber auch das Kennzeichen der modernen Technik, man denke nur an den Kraftwagen, das Flugzeug, die Eisenbrücken; und darum wird uns ein Blick gerade in das Wesen der gotischen Baukunst auch Erkenntnisse über das Wesen einer technischen Baukunst, wie der des Schiffbaues, vermitteln können.

Als besondere Kennzeichen gotischer Baukunst lassen sich etwa folgende Punkte nennen:

1. H ö c h s t e Z w e c k m ä ß i g k e i t durch
  - a) Klarheit und Einheitlichkeit des Planes;
  - b) Verteilung und Gliederung der Baumassen nach statischen Gesetzen;
  - c) Wahl der Baustoffe allein nach dem Zweck.
2. V o l l e n d e t e S c h ö n h e i t durch Wahl solcher Bauformen, welche sowohl den baulichen Zweck als auch den Sinn des Bauwerkes ausdrücken.

An einer Reihe von guten älteren Holzschiffen soll nun zunächst untersucht werden, inwieweit sie diesen Forderungen Rechnung tragen, um alsdann an der Hand einiger neuzeitlicher Ausführungen von eisernen Schiffen Antwort zu suchen auf die Fragen: „Kann auch der heutige Schiffbau noch Kunst sein?“ und „Muß er es nicht sein?“

## I. D E R A U ß E N B A U.

Die in Abb. 1 dargestellte „Santa Maria“ des Kolumbus ist eins der schönsten Beispiele für den reinen Zweckbau im gotischen Sinne. Die Gestalt des Schiffskörpers hat das praktische Bedürfnis gegeben, die Baumassen sind entsprechend der Schwimmkraft des Unterwasserschiffes und der für die Bedienung notwendigen Einrichtungen verteilt, die Stellung der Masten ist nach statischen Gesetzen — wie bei allen Segelschiffen entsprechend der Schwer-

Die „Santa Maria“ des Kolumbus. 1493.

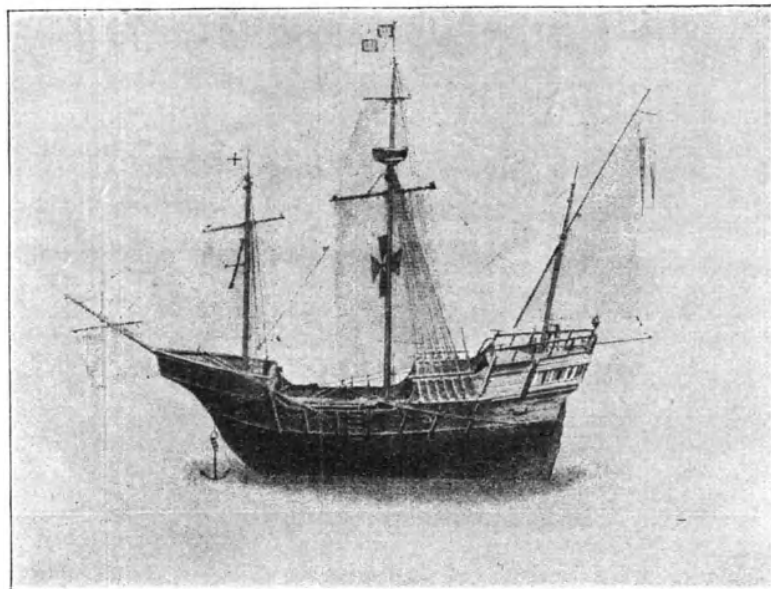


Abb. 1.

punktslage der Segelfläche — geregelt. Ein wenig Farbe und Schnitzerei am Hinterschiff und den Bordleisten genügt, um den Schwung der Linien zu heben und die Wohnräume des Kapitäns auch nach außen hin als reicher ausgestattet zu kennzeichnen.

Trotz der ungeheuer sachlichen Konstruktion zeugen die Formen des Vorschiffes mit dem S-förmigen Vorsteven und der darauf ruhenden Back, sowie die des Hecks mit den auflaufenden Scheuerleisten bis hinein in die nach hinten schräg gestellten Geländerpfosten von einem überaus feinen Gefühl für die Ausdrucksmöglichkeiten einfacher Zimmermannskunst. Man betrachte einmal alle Einzelheiten! — Hier ist unter Weg-

lassung alles nicht unbedingt Notwendigen ein Bau entstanden, der an Einheitlichkeit, Klarheit und Sachlichkeit in der Gliederung und im Baustoff nichts zu wünschen übrig läßt, und dennoch, oder besser gerade deshalb als vollgültiges Kunstwerk bezeichnet werden muß.

Und wie frei diese Zeit in ihrem künstlerischen Schaffen, in der Kühnheit der Ideen war, zeigt das Bild eines ähnlichen Schiffes venezianischer Herkunft (Abb. 2). — Wir wissen, daß auch die italienische Gotik auf demselben Boden gewachsen ist, wie die nordfranzösische und deutsche. —

**Venezianisches Kriegsschiff aus dem Mittelalter.**

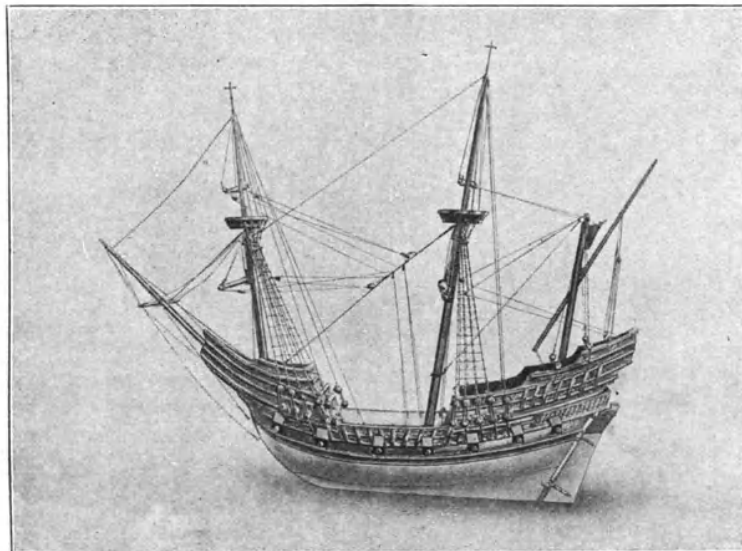


Abb. 2.

So merkwürdig dieses Schiff auf den ersten Blick anmutet, so gewinnt es bei näherer Betrachtung: Die Schrägstellung der Masten ist offenbar aus dem rein praktischen Bedürfnis hervorgegangen, die Segelfläche breiter über die Länge des Schiffes zu verteilen und so besser nutzbar zu machen. Für den hinteren Mast ist die Stellung der Raa daher das Maßgebende, während der vordere selbst die notwendige Neigung erhielt. Von besonderer Sachlichkeit und Schönheit sind die Formen des Rumpfes: der kühn in Richtung des Bugspriets hochgezogene Schiffsschnabel, die auf das Hinterschiff stockwerksartig aufgesetzten Wohnräume mit den Fenstern, dies alles zusammengehalten und gefaßt durch die starken horizontalen Linien, die von den beherrschenden

Balkenlagen der Schergänge und Relings ausgehen. Alles ist großzügige monumentale Gestaltung des Zweckmäßigen und von starker, künstlerischer Wirkung!

Einen mächtigen Schritt vorwärts in Größe und technischer Vollendung der hölzernen Schiffe bedeutet das in Abb. 3 gezeigte holländische Schiff aus dem 18. Jahrhundert. Aber auch bei ihm ist noch alles Konstruktion, wenn

**Holländisches Kriegsschiff des 18. Jahrhunderts.**

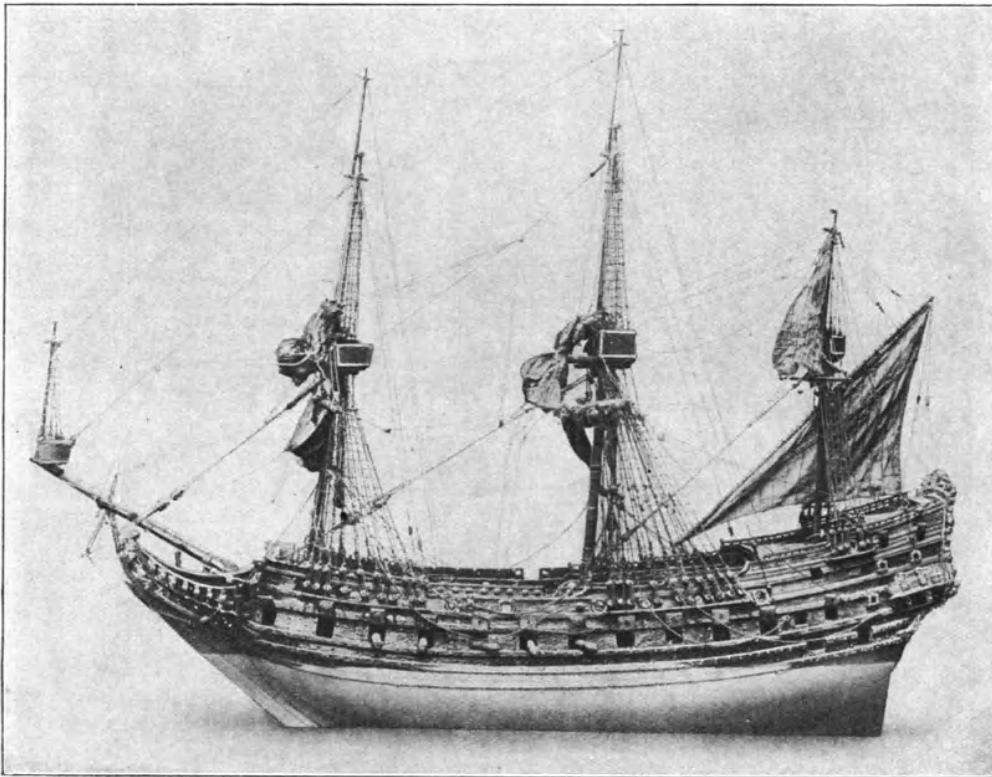


Abb. 3.

auch nicht mehr so schlicht-einfach. Wie die Schiffsform verfeinert, der Schwung der Linienführung von vorn bis hinten straffer und klarer durchgeführt ist, so sind auch die einzelnen Bauteile in ihrer konstruktiven Bedeutung noch bewußter und abgerundeter dargestellt. Die durch die Schießluken notwendig gewordene Verstärkung der Schergangsbalken neben den Decks ist deutlich erkennbar gemacht und läßt die Struktur des Rumpfes wundervoll hervortreten. Bug- und Heckform haben durch reichere

Gliederung eine Betonung erfahren, die der Würde des ganzen Baues durchaus entspricht. Auch die Hochführung der geschwungenen Bordlinien am Heck, die mit den beiden abgesetzten Decks daselbst scheinbar konstruktiv in Widerspruch gerät, ist durch das notwendige Durchlaufen dieser wichtigen Verbandsteile (Schergänge) voll gerechtfertigt. Die Massen der Masten haben,

**Französisches Dreideckschiff „Le Royal Louis“ aus dem 18. Jahrhundert.**

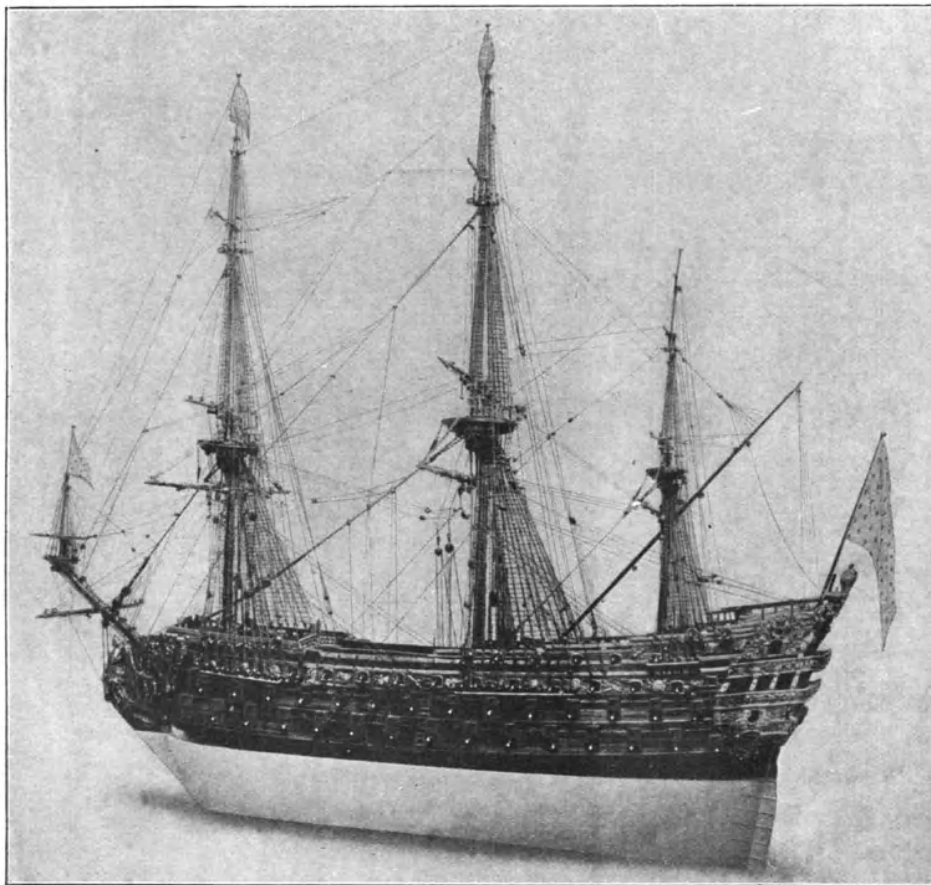


Abb. 4.

entsprechend dem kräftigen Rumpf, durch die vollwandige Ausgestaltung der Mastkörbe mehr Wucht erhalten. Für ihren Abstand gibt die praktische Forderung guter Segelverteilung ohne weiteres das Maß. Alles ist zweckvoll in Form und Stoff, und kunstvoll bis ins Einzelne.

Wie nun auch ein noch weit reicher und prunkvoller ausgestatteter Bau künstlerisch vollwertig bleiben kann, zeigt uns das Modell eines französi-

schen Dreideckers aus dem 18. Jahrhundert „Le Royal Louis“ (Abb. 4). Hier scheint sich die ganze Kraft der damaligen Holzschnitzkunst vereinigt zu haben, um ein Bauwerk von einer Pracht zu schaffen, wie sie das alte fran-

**Spanten eines alten hölzernen Kriegsschiffes.**

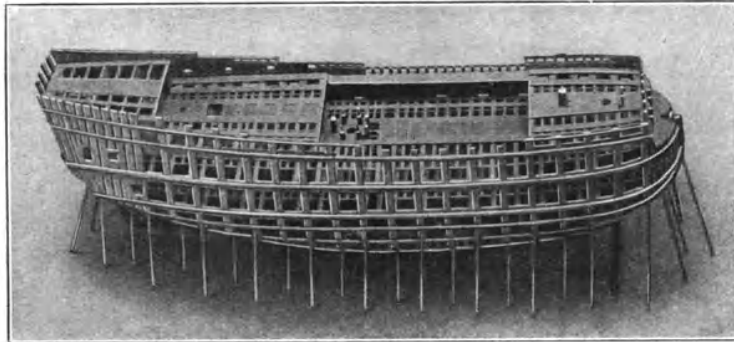


Abb. 5.

**Rumpf eines alten hölzernen Kriegsschiffes.**

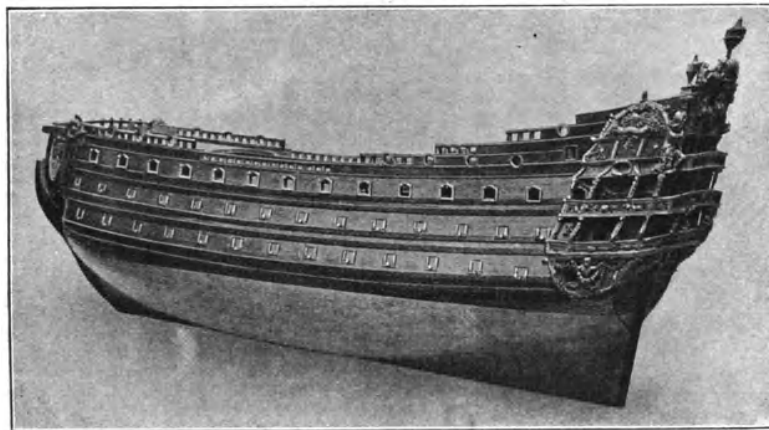


Abb. 6.

zösische Königtum zu seiner Verherrlichung wohl glaubte nicht entbehren zu können.

Aber eines tritt stärker hervor: Neben dem baulichen Zweck des Kriegsschiffes der ideelle: höchste Prachtentfaltung zur Verbreitung des Ansehens eines Staates. Und diese beiden Gedanken sind einheitlich zum Aus-

druck gebracht; die großen Linien des Schiffskörpers sind voll erhalten und nur durch Schnitzwerk weiter gehoben. Nirgends ist dem konstruktiven Bau zugunsten reicherer Ausschmückung Gewalt angetan. Das tritt besonders bei der eigenartigen Formgebung am Heck hervor, die auf Abb. 5, 6 und 7 noch deutlicher erkennbar wird. und söhnt uns sogar mit dem Gedanken aus, daß die verwen-

**Heck und Bug alter französischer Holzschiffe des 18. Jahrhunderts.**

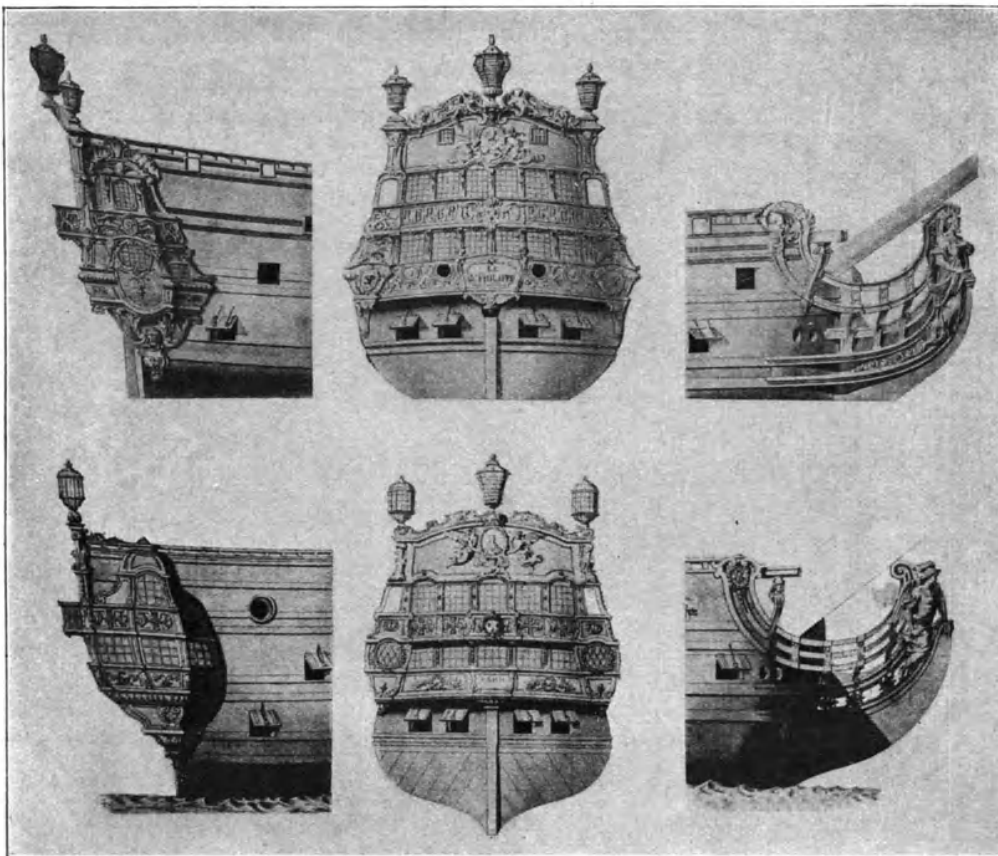


Abb. 7.

deten Bauformen fast vollständig den konventionellen Prachtbauten der damaligen Zeiten entlehnt sind. Das konstruktive Gerippe tritt auch nach außen hin überall deutlich genug hervor. So bilden an den Längsseiten des Schiffes die Balkenlagen der Außenbeplankung, welche die senkrechten Balken der Spanten überdecken, zusammen mit den starken Schergängen an den Decks die charakteristische Linie der Seitenansicht, dagegen bleiben am Heck

die senkrechten Heckspanten als Hauptverbandteil über Wasser sichtbar und sind nun vom Künstler auch noch in der Form der umlaufenden Galerien mit ihren Stützpfeilern besonders betont, natürlich in der gleichen Schräglage wie im Innern; auch die sonstigen Bauformen dieser Ausbauten, ihre Absteifung nach unten, das Anfügen an die seitliche Außenhaut, entsprechen allen baulichen Anforderungen. Die mittleren Figuren der Abb. 7 zeigen die Durchführung dieses Grundsatzes an der Gliederung der senkrechten Deckabstützungen. Desgleichen zeigt das Bild die verschiedenen Möglichkeiten der Einzelausbildung der Formen ohne Verlassen des konstruktiven Gedankens.

Der Hansa ist es bei ihren Schiffen später gelungen, auch die an ihren

#### Großer Kreuzer „Seydlitz“.

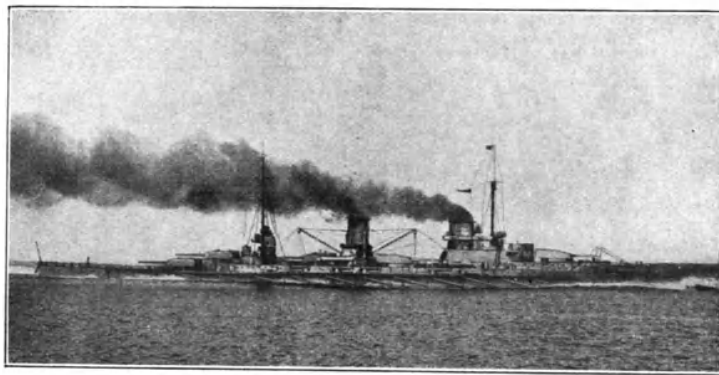


Abb. 8.

Hausbauten entwickelten Bauformen mit Erfolg für den Holzschiffbau künstlerisch umzubilden. Das eingehende Studium gerade dieser Bauten, dem ich mich später einmal hoffe besonders widmen zu können, verspricht eine reiche Ausbeute an künstlerischen Anregungen; leider stand mir hierfür keine geeignete Abbildung zur Verfügung.

So sieht man im alten Holzschiffbau die Einhaltung der von uns aufgestellten künstlerischen Forderungen: Einheitlichkeit und Klarheit im Plan, richtige Gliederung der Baumassen, Wahl der Baustoffe nach dem Zweck und Ausbildung der Bauformen entsprechend dem Baustoff und der Bedeutung des Bauwerkes.

Halten wir nun im heutigen Großschiffbau einmal Umschau zunächst nach dem reinen Zweckbau: Da treten uns natürlich sofort unsere Waffen-



gefährten von der Kriegsflotte vor Augen. Können auch sie als Kunstwerke im gotischen Sinne betrachtet werden?

Der große Kreuzer „Seydlitz“ (Abb. 8) ist ein vortreffliches Beispiel. Hier ist alles einem großen Zweck untergeordnet: „Gefechtskraft und Geschwindigkeit!“ und diesem Zweck entspricht die ganze äußere Haltung des Schiffes, denn auch nach außen hin soll für Frieden und Krieg diese gewaltige in einer Einheit verkörperte Kraft ihren Ausdruck finden. Der zur Verringerung der Zielfläche ganz niedrig gehaltene Schiffskörper erhebt sich nur vorn zum Schutz gegen auflaufende Seen um eine Deckshöhe. Am Ende dieses erhöhten Vorschiffs häuft sich nun die Menge der verschiedenen Kampfmittel zu einem massigen Komplex: der vordere Panzerturm, die Kommandotürme, leichte Artillerie, der Fockmast und als Abschluß der stärkere der beiden Schornsteine. Dadurch rückt das Schwergewicht der Baumasse nach vorn, sie erhält eine feste Bewegungsrichtung und es kommt künstlerisch in den Bau das hinein, was man den „Drang nach vorwärts“ nennen möchte. Nach hinten zu nimmt nun die Wucht der Baumassen allmählich ab, um dann mit den beiden treppenartig abgesetzten hinteren Türmen und dem langgestreckten Heck fast in dem nachgeschleppten schäumenden Kielwasser zu verschwinden. Obwohl die Gliederung der Massen eine Betonung des Vorschiffes zeigt, ist doch die Verteilung so, daß das ästhetische Gleichgewicht nicht gestört wird. Der starke künstlerische Eindruck ist nicht zu leugnen!

Auch das Kriegsschiff kann also die Forderungen eines künstlerischen Bauwerkes erfüllen. Nur ist das Gewand ein wenig anders als bei den alten Holzschiffen. Die Kunst liegt aber, wie bei diesen im wesentlichen in der klaren und bewußten Gliederung der Baumassen, die dann bei der großen Sachlichkeit aller Teile, der Einheitlichkeit des ganzen Planes und dem einheitlichen Baustoff (Eisen) auch besonders stark in die Erscheinung tritt.

Die gleichen ästhetischen Wirkungen finden wir im Handelsschiffbau beim reinen Frachtdampfer und beim eisernen Segelschiff. Auch sie verkörpern in ihrer ausgeprägten Sachlichkeit künstlerische Werte, die allerdings bei den Frachtdampfern erheblich schwanken.

Ebenso kannte man auch im Passagierdampferbau, wenigstens hinsichtlich des Außenbaues, einst diesen ganz reinen Zweckbau. Die Schnelldampfer des Norddeutschen Lloyd sind die besten Beispiele hierfür (s. Abb. 9, „Kaiser Wilhelm der Große“). Wer diese Schiffe auf dem Wasser gesehen hat, weiß, wie stark der ästhetische Eindruck ist. Auf den feinen Formen des scharfgeschnittenen Rumpfes bauen sich

Schnelldampfer „Kaiser Wilhelm der Große“.

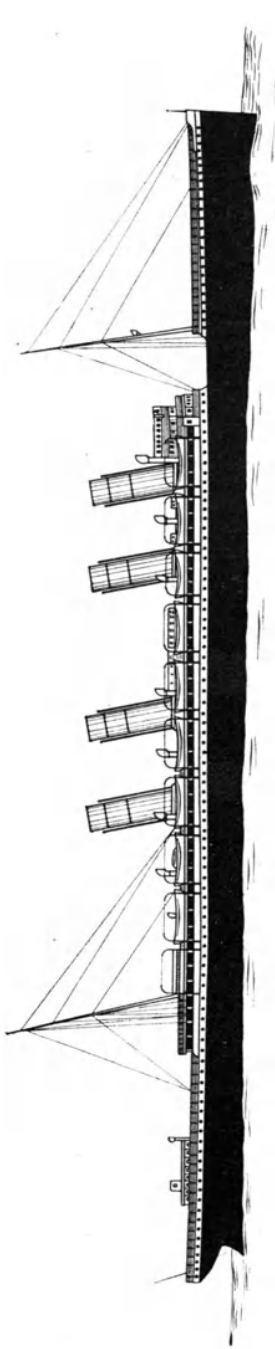


Abb. 9.

„Olympic“. Ausführung.

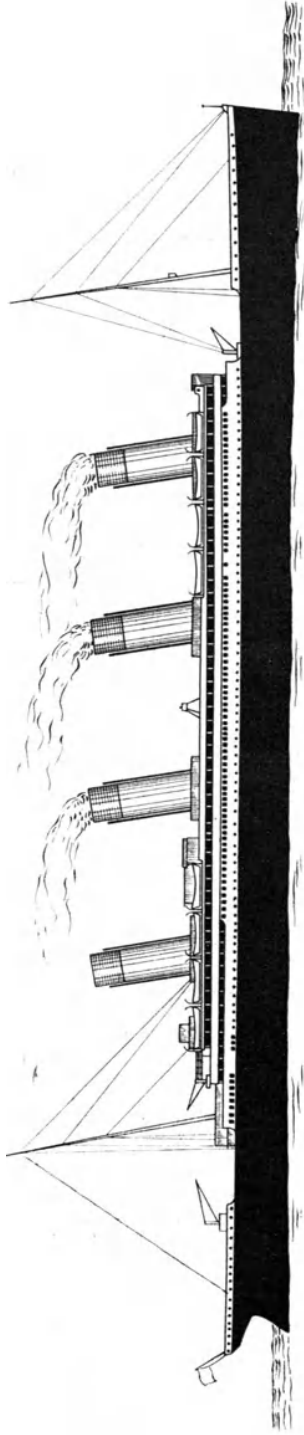


Abb. 10.

„Olympic“. Gegenentwurf.

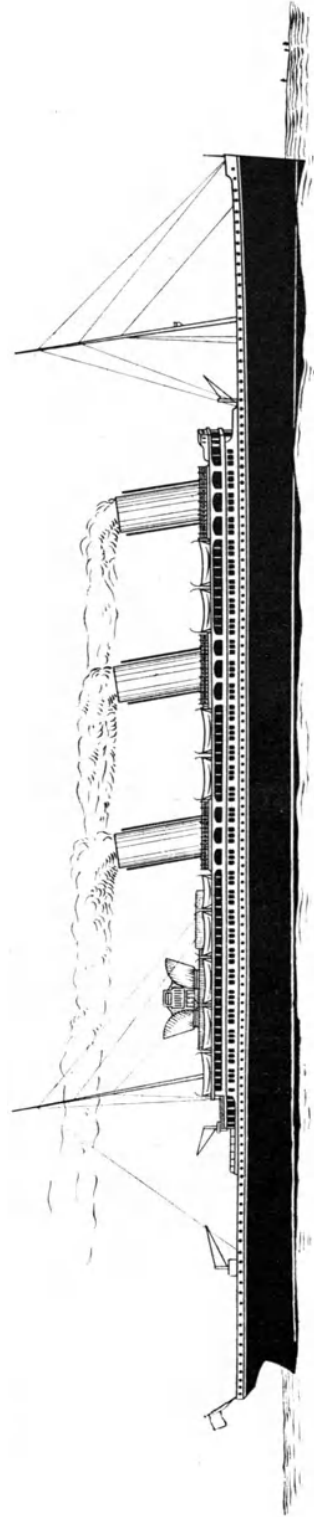


Abb. 11.

niedrig und langgestreckt, um die Vorwärtsbewegung so wenig wie möglich zu hemmen, die weißen Aufbauten auf. vorne die langgestreckte Back mit anschließendem Promenadendeck, darüber das Bootsdeck, an dessen vorderem Ende die kräftigen Aufbauten der Navigationsräume, des Ruderhauses usw. zeigen, von wo das Schiff beherrscht und gelenkt wird. Die Verteilung der Masten und Schornsteine ist bei Erfüllung aller technischen Forderungen meisterhaft gelungen, die Abstände fein gegeneinander abgewogen; die stärkere Belastung des Vorschiffes und die leichte Neigung der Masten nach hinten vermehren den Eindruck des Vorwärtsdrängens, so daß man die bekannte Bezeichnung des „Ozeanrenners“ als durchaus zutreffende Charakterisierung empfindet.

Das ist höchste Zweckmäßigkeit und vollendete Schönheit, und als Folge der wohlverstandenen Zweckmäßigkeit eine aus dem inneren Wesen des Bauwerkes herausgewachsene wirkliche Kunst.

Betrachten wir demgegenüber einen der so hoch gepriesenen modernen Riesendampfer wie: „Olympic“ (Abb. 10). Obwohl die Geschwindigkeit fast die eines Schnell dampfers ist und schlanke und niedrige Formen verlangt, ist der Rumpf höher und klobiger gebildet; die Feinheit der Linien hat gemäß der Forderung nach größerer Tragfähigkeit und mehr Raum zurücktreten müssen. und ebenso sind die Aufbauten um noch eine volle Deckshöhe vermehrt. Aber diese sonst technisch berechtigten Forderungen sind künstlerisch nicht befriedigend gelöst. An Stelle der früher gleichmäßig schön nach hinten horizontal durchlaufenden weißen Aufbauflächen ist eine Anzahl scheinbar beliebig aneinandergefügt verschiedenartiger Wandflächen mit Fensterreihen getreten. deren ungleichmäßige Verteilung keine klare Planung erkennen läßt.

Und auf diese unklar gegliederte Baumasse sind nun 4 Schornsteine und 2 Masten in fast gleichen Abständen so aufgesetzt, daß zwar scheinbar das Gleichgewicht des Schwimmens auf ebenem Kiel gewahrt wird, aber die ebenso wichtige Forderung einer Betonung der Bewegungsrichtung fast ganz unbeachtet geblieben ist. Daß der hintere Schornstein nur eine Atrappe und blind ist, errät der Fachmann aber sehr bald an dem dicht davorliegenden hohen Maschinenoberlicht. Es bedarf keines besonderen Hinweises, daß diese Maßnahme einen künstlerisch höchst bedenklichen Mißgriff bedeutet und selbst dann unzulässig ist, wenn der blinde Schornstein technisch eine gute Entlüftung der Maschinenräume herbeiführen sollte. Dieser Schornstein ist aber letzten Endes ästhetisch die

eigentliche Ursache der schlechten Gliederung, denn er macht das ganze Hinterschiff kürzer als es ist und drängt den Großmast zu weit hinten heraus.

In dem Gegenentwurf (Abb. 11) ist versucht worden, diese Fehler zu vermeiden. Die vorderen Schornsteine sind unverändert gelassen, an Stelle des vierten ist ein Ventilationsaufsatz getreten, der technisch dieselbe Wirkung haben wird und seine Funktion auch nach außen hin zur Erscheinung bringt. Mit der Verschiebung des Mastes und dem Längerwerden des Hinterschiffes tritt dann aber die Fahrtrichtung sogleich stärker hervor.

Unter Beibehaltung der Maße des Rumpfes und nur geringer Veränderung des Oberschiffes ist nun aber noch eine Gliederung der Aufbauten vorgenommen worden, die sich aus der neuen Aufgabe ergab: Solche hohen

**Gewöhnliche Gliederung der Aufbauten bei großen Passagierdampfern.**

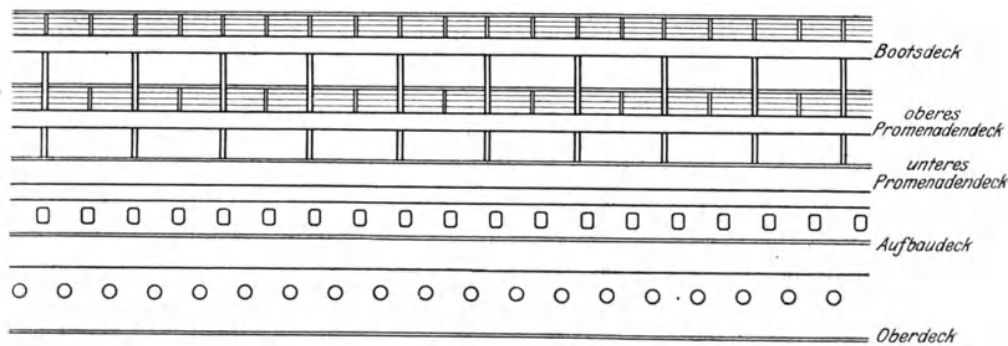


Abb. 12.

Aufbauten über dem obersten Deck, die sich in drei und mehr Stockwerken über fast  $\frac{2}{3}$  der mittleren Schiffslänge erstrecken, haben ästhetisch nicht mehr genügend Haltung, wenn sie, wie früher, nur als weißes Band über dem dunklen Schiffsraum erscheinen. Sie sind zu breit und erfordern bei ihrer gewaltigen Höhe und Länge eine künstlerische Gliederung nach beiden Richtungen, nach der Höhe und nach der Länge. Abb. 12 zeigt die historisch gewordene Bauart von fünf übereinanderliegenden Decks mit gleichmäßig verteilten Fenstern und Abstützungen. Auf großer Länge wirkt sie eintönig. Treten aber darin dann noch sachlich bedingte Unregelmäßigkeiten auf, so wird der Eindruck unruhig und verwirrend.

Über diese Schwierigkeiten hilft nun eine sachlich berechtigte Gliederung hinweg, die sich auf der notwendigen Verstärkung einzelner lokal bedingter Bauteile technisch aufbauen läßt. Solche Punkte sind die Unterbauten der Schornsteine, die im Schiff eine Verstärkung der Innenverbände er-

fordern und dies nach außen hin auch erkennen lassen dürfen (s. Abb. 11). Dabei ist indessen zu betonen, daß bei aller Hervorhebung der notwendigen Vertikalverbände der wagerechte Verlauf der Aufbaulinien unbedingt der vorherrschende Ton im Bilde bleiben muß.

Der ganze Aufbau erhält nun durch diese leichte Verstärkung der Schornsteinunterbauten eine Anzahl klar hervortretender, leicht faßbarer betonter Punkte, auf denen das Auge in der langen Reihe der Seitenöffnungen einen Anhaltspunkt findet. Boote und sonstige Aufbauten auf dem obersten Boots-

#### Deckspromenade auf Dampfer „Aquitania“.

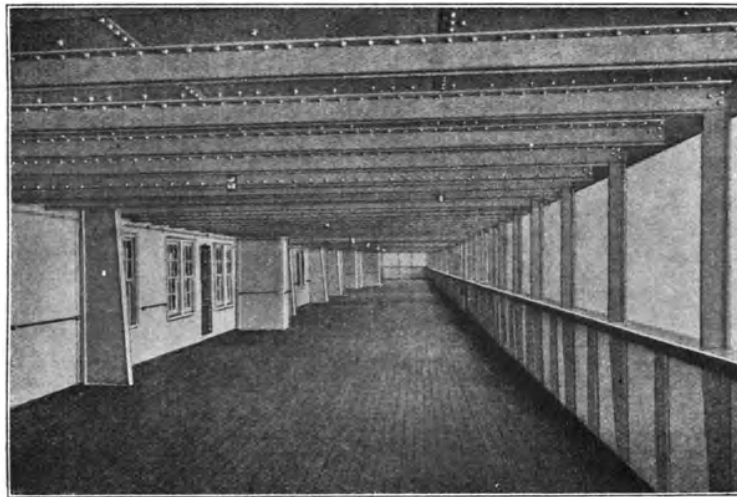


Abb. 13.

deck sind ebenfalls mit dieser Gliederung in Einklang gebracht. Den gleichen Zweck verfolgt die Zusammenfassung von Fenstern zu Gruppen. Ebenso, wie wagerecht, ist nun auch eine senkrechte Gliederung durch Unterscheidung der verschiedenen Aufbaudecks voneinander angestrebt, die ohne große Schwierigkeit durch leichtere und luftigere Konstruktion der oberen Decks erreicht werden konnte.

Aber auch im Innern dieser neugegliederten Außenwände wird die Unterteilung von Vorteil sein und Bilder wie die Deckspromenade (Abb. 13) werden in ihrer Langweiligkeit verschwinden und einer schönen Gliederung Platz machen.

So sehen wir also auch hier, daß aus der Zweckmäßigkeit des Innen-

baues heraus das äußere Bild selbst eines schwierig zu gestaltenden Riesenschiffes zu künstlerischer Wirkung gegliedert werden kann.

Natürlich wird der vorgelegte Entwurf bei weiterer Durcharbeitung und Nachprüfung am Modell noch verbesserungsfähig sein. Er hatte ja auch nur die Aufgabe, die Richtung zu zeigen, in der ein Fortschritt zu suchen und Mißgriffe zu vermeiden sein werden.

## II. Der Innenbau.

Während für die äußere Erscheinung des Schiffes die künstlerischen Forderungen der echten Architektur nur grundsätzliche Geltung haben, darf man sie im Innenbau auch in den Einzelheiten fast ohne Einschränkung zugestehen. Als eigentliche Aufgabe des Land-Architekten gilt heute ganz allgemein: „Räume“ zu schaffen, und zwar „Räume“ im weitesten Sinne; für ihn ist ebenso das Haus selbst ein Raumgebilde, wie es die einzelnen Zimmer im Hausinnern sind. An die künstlerische Ausgestaltung solcher Räume werden dann neben unbedingter Zweckmäßigkeit noch folgende Forderungen gestellt:

1. Die Anordnung soll einheitlich und planvoll sein.
2. Jeder Raum soll in sich ein klares, leicht übersehbares Raumgebilde darstellen.
3. Der Sinn des Bauwerkes soll in den Räumen erkennbar und
4. der Baustoff zweckdienlich gewählt und bearbeitet sein.

Fraglos steht fest, daß den alten Schiffbauern beim Bau ihrer wundervollen Holzschiffe diese Grundsätze bekannt gewesen und von ihnen befolgt worden sind. Leider ist zu wenig Material über die Schiffsräume jener Zeit erhalten, um den Beweis an Beispielen zu erbringen.

Es wird aber für die vorliegende Aufgabe ausreichen, wenn an der Hand von neuzeitlichen Schiffen und entsprechenden Gegenentwürfen gezeigt wird, daß tatsächlich die Befolgung jener in der Innenarchitektur bewährten Regeln den eigentlichen künstlerischen Wert auch der Schiffsräume ausmacht.

Die Einheitlichkeit der inneren Raumanordnung sollte eigentlich bei jedem Schiffe als notwendige Folge der Einheit in der äußeren Erscheinungsform selbstverständlich sein; sie würde sicherlich auch

häufiger zu finden sein, wenn die praktische Durchführung nicht oft auf erhebliche Schwierigkeiten stoßen würde. In einem heutigen Riesenschiffe mit einem halben Dutzend und mehr Decks übereinander ist Übersichtlichkeit und Einheitlichkeit oft schwer zu erreichen, zumal der Platz auf das äußerste ausgenutzt werden soll. Und doch ist Klarheit der Anordnung nicht nur die Grundlage für die künstlerische Gesamtwirkung, sondern auch betriebstechnisch von größter Bedeutung. Ist doch ein neuzeitlicher Passagierdampfer wie ein riesiges Hotel, für das der Besitzer und der Architekt ja

**Entwurf der Kammeranordnung auf dem C- und D-Deck eines großen Passagierdampfers.**

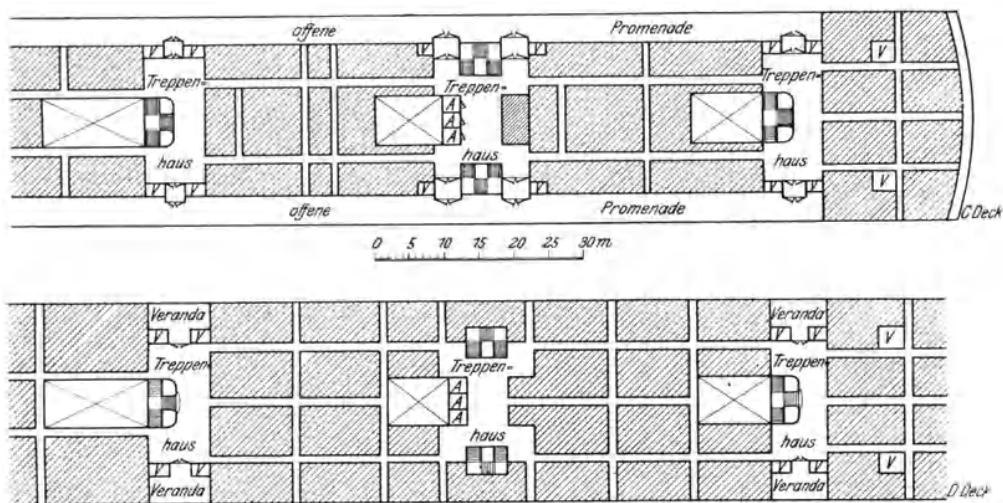
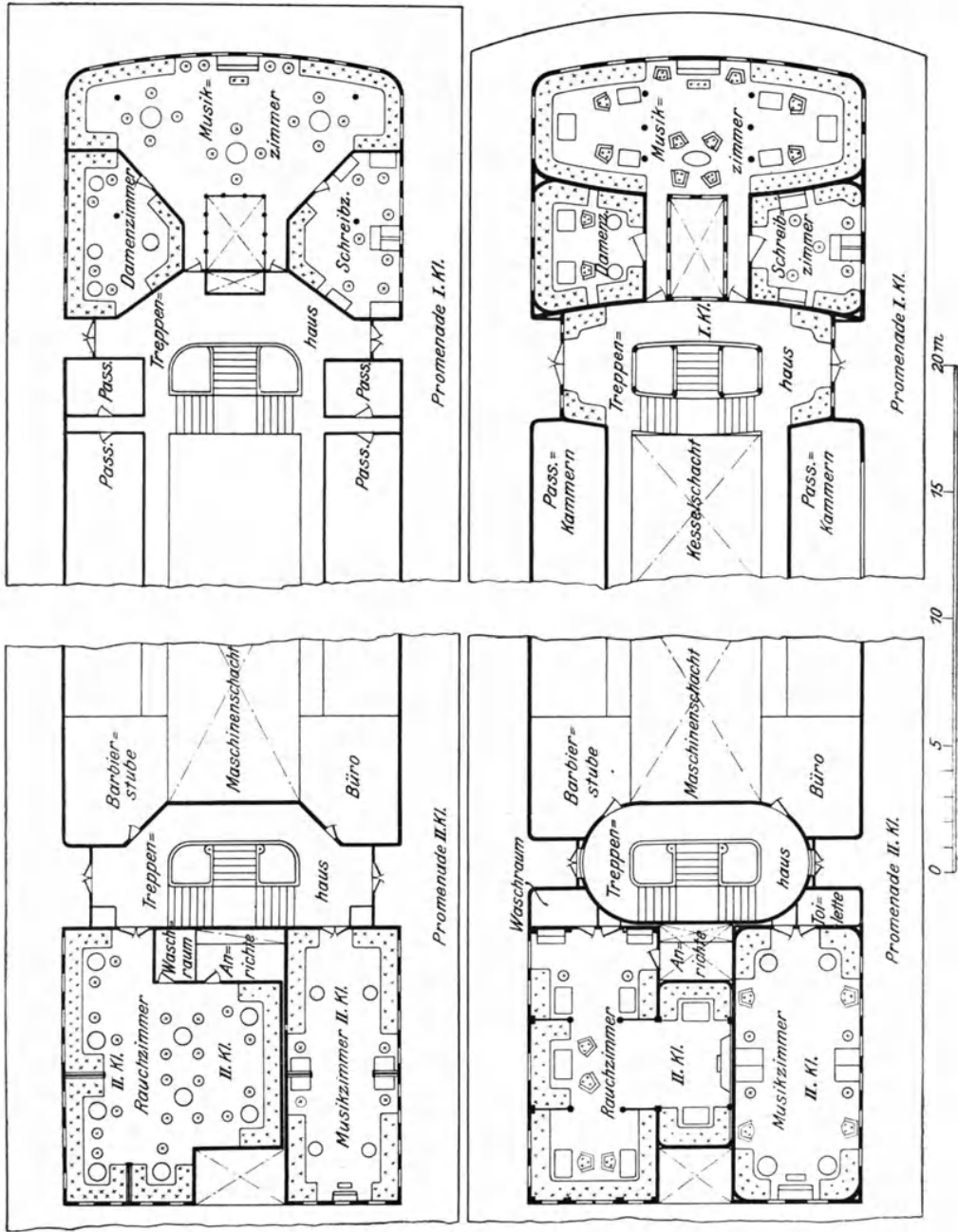


Abb. 14.

heute auch Übersichtlichkeit und leichte Orientierung fordern. Dieser Forderung gegenüber sollte unter Umständen auch ein Opfer an Raum nicht gescheut werden, da es sich sachlich mit der Würde eines solchen Baues rechtfertigen läßt.

In das gewohnte Gewirr der Längs- und Quergänge in den Kammer- einrichtungen des Schiffes läßt sich einige Ordnung durch folgende Maßnahmen bringen: Schaffung von mehreren geräumigen Haupttreppenhäusern als Hauptverkehrsadern, welche durch bequeme Längsgänge verbunden sind und gleichzeitig die Ausgänge nach den Promenadendecks enthalten. Diese Treppenhäuser können zur leichteren Orientierung durch verschiedene Färbung unterscheidbar gemacht werden, ebenso wie es sich als nützlich für ein leichtes Zurechtfinden erweisen wird, auch die Decks nicht nur durch

Gesellschaftsräume auf Dampfer „Kristiansfjord“.



Innenräume.  
Ausführung.

Abb. 15 a.

Innenräume.  
Gegenvorschlag.

Abb. 15 b.

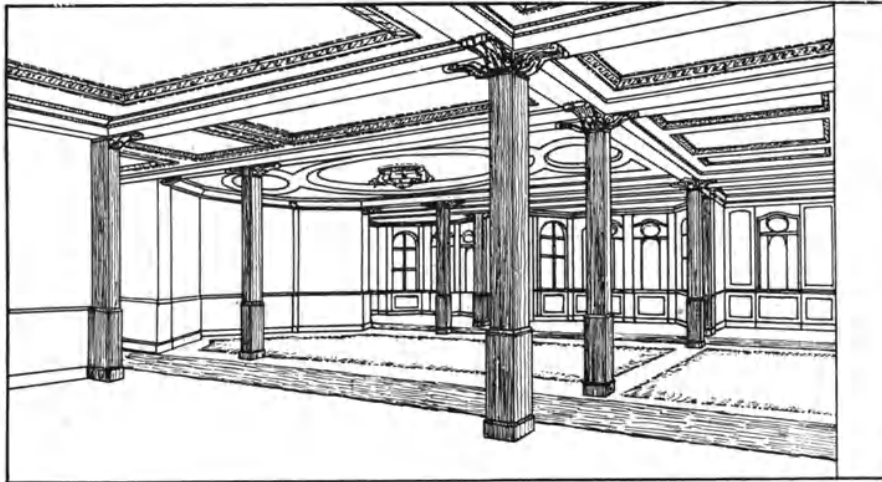


Buchstaben, Namen oder Nummern, sondern auch durch Farben, wenigstens andeutungsweise, zu unterscheiden. Die Ausgänge nach den Promenaden können zweckmäßig durch Vorbauten stärker betont werden. In Abb. 14 ist der Versuch gemacht, eine solche klare Raumeinteilung für die Kammeranordnung im C-Deck und D-Deck des „Imperator“ anzudeuten. Die drei großen Treppenhäuser sind durch übersichtliche und bequeme Gänge verbunden, die Ausgänge nach den Promenaden durch auch technisch vorteilhafte Vorbauten besonders betont. Eine solche Gliederung läßt sich auch für die anderen Decks durchführen, wenn gleich die praktischen Schwierigkeiten nicht unterschätzt werden sollen. Hier liegt auch nicht so sehr das Schwergewicht für die künstlerische Frage; diese beruht bei weitem mehr auf der glücklichen Ausgestaltung des Einzelraumes.

Das zeigte schon der ganze Streit der letzten Jahre über die künstlerische Behandlung von Schiffseinrichtungen, der sich fast ganz auf die Wertung des einzelnen Raumes beschränkte. In diesem Streite ist viel geklagt, aber wenig Klarheit darüber geschaffen worden, was eigentlich verfehlt war. Mancher Raum, der als Raumbilde vielleicht sehr glücklich gelöst war, ist durch unzweckmäßiges Material, mancher materialgerechte durch schlechte Raumform verdorben worden. Man verurteilte aber meist die ganze Leistung. Abb. 15 a und b zeigen in Beispiel und Gegenbeispiel, wie Räume durch überaus unglückliche Wahl des Grundrisses bereits in ihrem eigensten Wesen völlig verfehlt angelegt sein können, obwohl nur unwesentliche Änderungen recht gute Raumformen ermöglicht hätten. Besonders tritt dies bei den Treppenhäusern und dem Musikzimmer hervor.

Diese notwendige Betonung des einfachen und klaren Grundrisses findet seinen tieferen Grund in einem prinzipiellen Unterschiede zwischen Schiffsräumen und Hausräumen, der von im Schiffbau tätigen Landarchitekten oft nicht genug beachtet wird, nämlich in der Tatsache, daß die Form der Schiffsräume so stark in der niedrig herabhängenden Decke in die Erscheinung tritt und Fußböden und Seitenwände in dieser Beziehung zurückstehen. Eine klare Formgebung der Decke ist daher das erste Erfordernis für die einheitliche Wirkung eines Raumes; hierzu muß aber der Raum einen einfachen und klaren Grundriß haben. Abb. 16 zeigt Innenansicht und Decke vom Gesellschaftsraum der „Olympic“; es dürfte kaum möglich sein, sich eine einigermaßen klare Vorstellung von der Form dieses Raumes zu machen. Decke, Außenwände und Säulen zeigen wenig oder höchst unklare Beziehungen zueinander. Abb. 17 bringt den Versuch einer klareren Gestaltung durch

Schaffung eines Zentralraumes mit sechs deutlich hervortretenden Seitenteilen und abgetrennten Vorräumen; auch die Lesezimmer sind durch stärkere Unterteilung in Einzelräume und Verlegung der Tür klarer gefaßt. Der mittlere Raum stellt sich dann auch dem Auge als wesentlich einfacheres, ruhigeres und schöneres Raumbilde dar.



„Olympic“ Gesellschaftsraum. Ausführung.

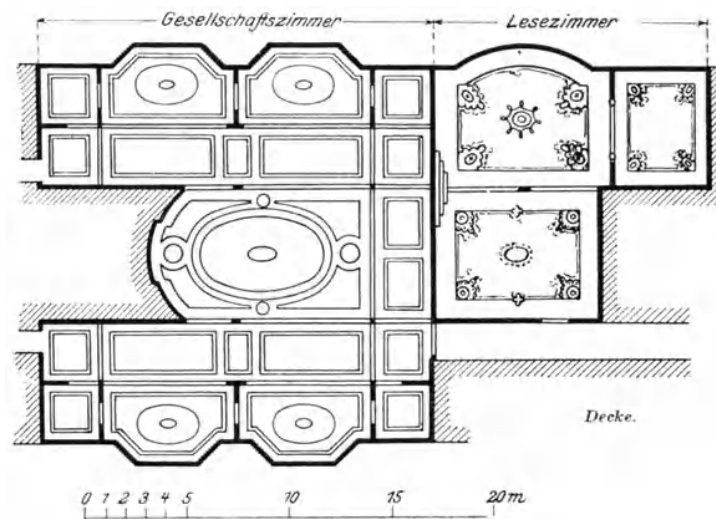
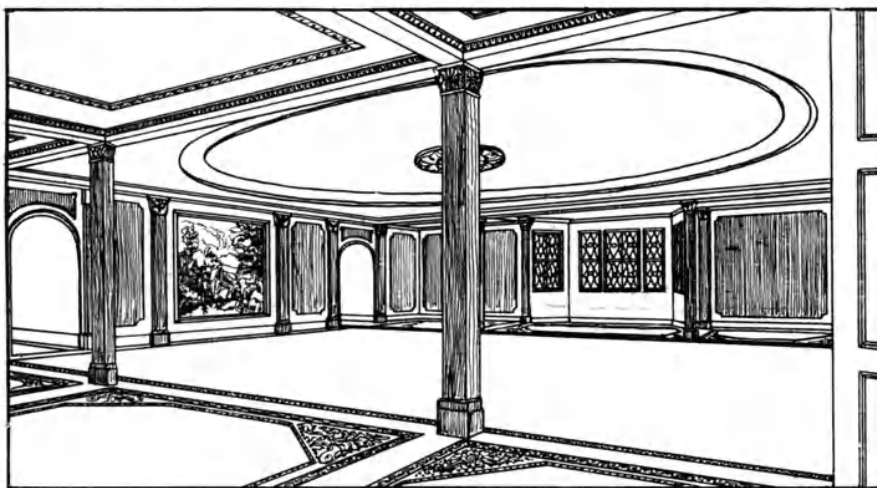


Abb. 16.

Das gleiche wird sich von dem in Abb. 18 a dargestellten Speisesaal des gleichen Dampfers sagen lassen: Die langgestreckt nebeneinander liegenden neun Raumteile sind in ihren Abmessungen von wenig erfreulichen Verhältnissen, besonders die beiden seitlichen Haupträume, so lang, daß sie kaum

zu übersehen sein werden. Die in Abb. 18 b versuchte Lösung ist zweifellos klarer gegliedert, durch die verschiedene Größe der einzelnen Nebensäule aber auch lebendiger in der Gegenüberstellung und faßlicher für das Gedächtnis.



„Olympic.“ Gesellschaftsraum. Gegenvorschlag.

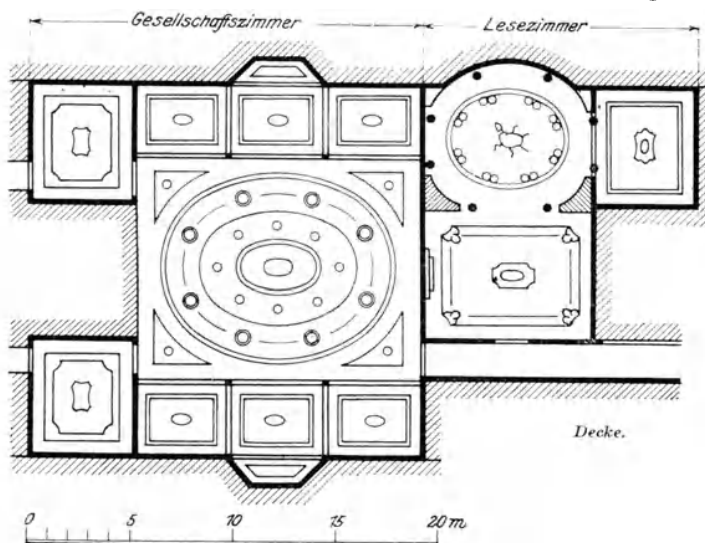


Abb. 17.

Der um den großen Mittelraum gruppierte Komplex von kleineren Speisesälen macht seine Zugehörigkeit dazu in Wanddurchbrechungen deutlich erkennbar, und unter Zuhilfenahme von Farbe und Formen wird sich eine sehr einheitliche und geschlossene Raumwirkung erzielen lassen.

Wie es auch bei schwierigem und verwickeltem Grundriß möglich sein kann, gute Raumbilder zu schaffen, beweist das Rauchzimmer auf der „Aquitania“ (Abb. 19 a und b), das aus acht eigenartig aneinander geschmiegt Einzelräumen besteht. Der große Mittelraum A hat als Abtrennung gegen die übrigen Räume durch Überhöhen der Decke über den

**Decke des Speisesaales auf „Olympic“. Ausführung.**

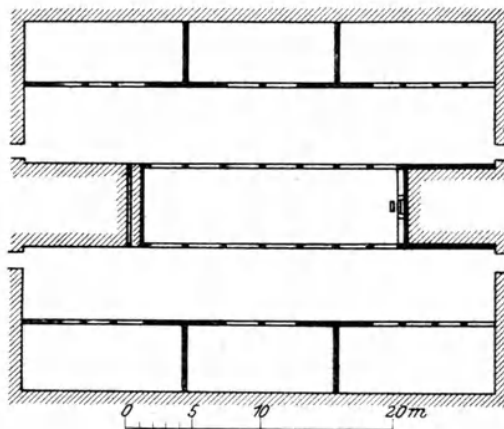


Abb. 18a.

**Decke des Speisesaales auf „Olympic“. Gegenvorschlag.**

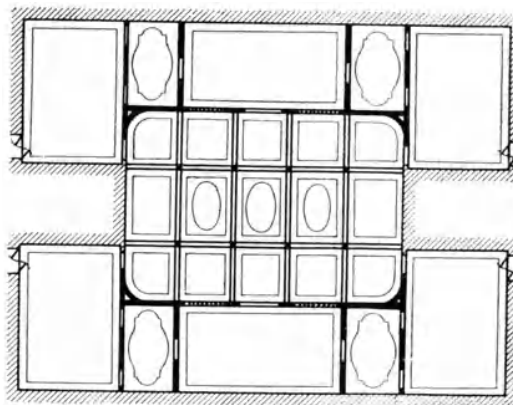


Abb. 18b.

Türöffnungen im oberen Drittel der Höhe eine klar durchlaufende Wandung erhalten, die dem ganzen Raum die feste Haltung und einheitliche Grundform sichert. Auch hier erscheint wieder die Wichtigkeit der Deckenform in hellster Beleuchtung.

Dieser an sich gute Raum weist indessen andere Schwächen auf und

führt uns zur Beantwortung der dritten Frage: Entspricht dieser Raum in seinen Bauformen dem Sinne des Bauwerkes? Wenn man auf den Schiffen den Räumen überhaupt einen Sinn geben will, so kann es in der Sprache des Raumes nur der sein: „Ich gehöre zu einem

Rauchzimmer auf Dampfer „Aquitania“. Ansicht.



Abb. 19a.

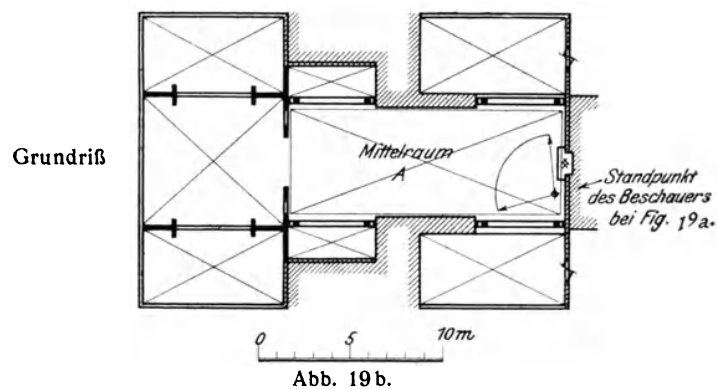


Abb. 19b.

Schiff“, d. h. zu einem eisernen Bauwerke, das nicht standfest im Erdboden wurzelt, sondern den Ozean durchheilt und von Wind und Wellen hin- und hergeworfen werden kann. Gegenüber diesem „Sinn aller Dinge an Bord“ treten die sonstigen Eigenschaften des Schiffes als schwimmendes Hotel und ähnliches zunächst zurück.

Soll das Schiff also ein wirkliches Kunstwerk sein, so muß alles an ihm auch wirklich das Schiff erkennen lassen, zunächst in der Konstruktion, dann im Baustoff. Lose herabhängende Kronleuchter und Steinsäulen passen daher nicht an Bord eines Schiffes. Die in Abb. 20 dargestellte räumlich sonst wohlgelungene altrömische Schwimmhalle auf „Imperator“ und das Gesellschaftszimmer (Abb. 21) mit Putzdecke, steinernen Wandnischen und Kappengewölben auf „Aquitania“ lassen diesen Geist des Schiffes ganz vermissen. Von dem Einbau altfranzösischer Schloßräume

**Schwimmhalle auf Dampfer „Imperator“.**

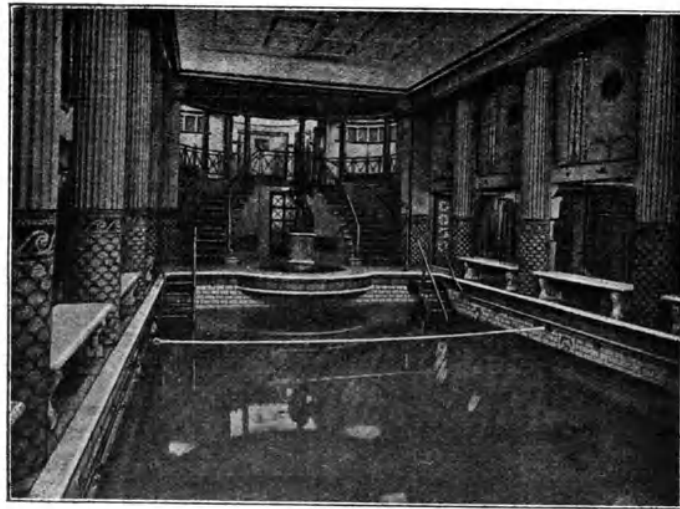


Abb. 20.

und englischer Jagdhäuser mit falschem Backsteinwerk auf deutschen Schiffen gar nicht zu reden! Alles dieses gehört hoffentlich der Vergangenheit an. Und gute Vorzeichen einer besseren Zeit begannen sich bereits vor dem Kriege zu zeigen. Die ruhig gehaltenen Räume auf dem im Bau befindlichen Dampfer „Columbus“ (Abb. 22 zeigt den Gesellschaftsraum) bedeuten räumlich und baulich einen bedeutenden Fortschritt. Holzverschalung und Stoffverkleidung dürfen als zulässige Mittel gelten, das Eisenwerk des Schiffes zu umschalen. Die Zeit wird auch da noch feinere Lösungen geben können, sobald das Wesen derartiger Verkleidungen erst richtig erkannt und die künstlerische Ausgestaltung der Bauformen im Rahmen der Schiffbautechnik weitere Fortschritte gemacht hat. Im übrigen muß auch da nochmals und in aller Deutlichkeit ausgesprochen

**Gesellschaftsraum auf Dampfer „Aquitania“.**



Abb. 21.

**Gesellschaftsraum auf Dampfer „Columbus“.**

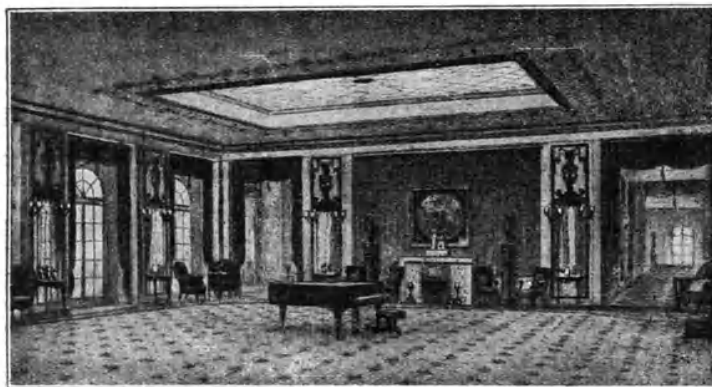


Abb. 22.

werden: Das Stahlgerippe des Schiffes ist wert, überall in solchen Räumen **gezeigt** zu werden, wo es praktisch möglich ist; es muß nur eine einfache, klare und zum Raum passende Bauform erhalten. Solche Formen zu schaffen, ist eine Aufgabe, die noch der Lösung harret.

Man gebe aber dem deutschen Schiffbauingenieur einmal Zeit und Ruhe, wie man sie heute jedem guten Architekten zu gönnen sich gewöhnt hat, wenn man Großes von ihm fordert. Gute Lösungen werden kommen, und als wert-

**Verbindungsgang im Hauptdeck des Dampfers „Aquitania“.**

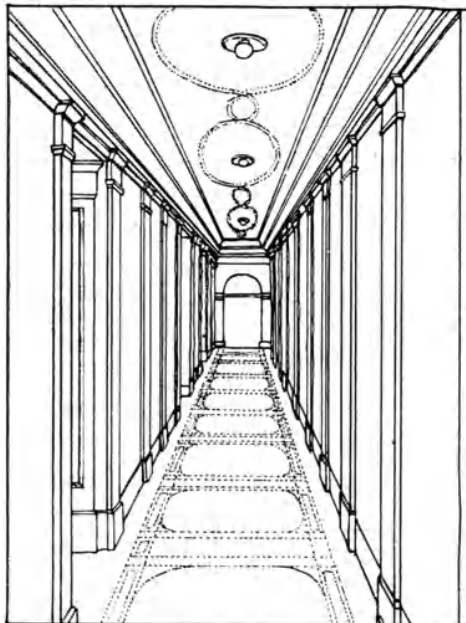


Abb. 23.

volles Hilfsmittel wird die Farbe geeignet sein, die Härte und Kälte des eisernen Materials für das Auge zu mildern. Unsere großen Bahnhofshallen haben das im Landbau zur Genüge bewiesen.

Wo aber die praktische Notwendigkeit vorliegt, das Eisen zu verkleiden, da sind Holz und Webstoffe die geeigneten Materialien, mit denen man allein schon fast ganz auskommen kann. Die Bauformen seien überall zunächst sachlich einfach und schlicht, sie werden sich mit der Zeit weiter entwickeln. Von der Steinarchitektur sind wir weder gezwungen die Baustoffe noch die Bauformen zu übernehmen.

Wie mit den geringen Mitteln einfacher Tischlerkunst selbst die häufig



so eintönigen Gänge des Schiffes schön und lebendig gestaltet werden können, zeigt das Beispiel eines solchen Ganges auf der „Aquitania“ (Abb. 23).

Auf der Grundlage dieser Forderung, daß alle Räume den Charakter des Schiffes wahren sollen, wird sich dann allmählich das entwickeln können, was man einen „klassischen Kabinenstil“ genannt hat, das heißt, eine Einheitlichkeit in der Verwendung von Bauformen, die sich für die Zwecke des Schiffes als besonders geeignet herausstellen. Und dieser Stil muß in sämtlichen Räumen eines und desselben Schiffes der gleiche sein, wenn er auch im einzelnen variiert werden kann. Ein Schiff darf nur einen Stil aufweisen! Ob dieser Stil sich an Vorhandenes oder historisch Gewordenes anlehnen wird, kann erst die weitere Entwicklung zeigen; eins ist sicher, daß die so oft geübte Praxis, die Schiffsräume zu einem Museum der verschiedensten Baustile zu machen, aufhören wird, weil sich dies nicht mit der künstlerischen Einheitlichkeit verträgt. Andererseits wird aber auch die Anlehnung an einen historischen Stil nicht von vornherein abgelehnt werden dürfen, solange er sich nicht mit den künstlerischen Forderungen der Zweckmäßigkeit und Einheitlichkeit im Widerspruch befindet.

Die weitere Klärung und Verwirklichung der aufgeworfenen Fragen wird Zeit beanspruchen; aber ebenso wie es nach jahrzehntelanger Arbeit gelang, aus dem ersten Kraftwagen, der einer Kutsche ohne Pferde glich, das heutige, nicht nur in seiner Zweckmäßigkeit vollendete, sondern auch in allen seinen Formen künstlerisch durchdachte Automobil zu gestalten, so wird es auch gelingen, den deutschen Schiffbau künstlerisch wieder auf die alte Höhe zu bringen und aus Zweckmäßigkeit und Einheitlichkeit, Echtheit in Konstruktion und Material die wahre Schönheit des Stahlschiffbaues zu entwickeln!

Der Weltkrieg hat uns die Augen darüber geöffnet, daß unsere Kultur, die wir früher so oft allzu gering einschätzten, die Kultur unserer Gegner weit überragt. Das sollte uns ein Ansporn sein, bei Gestaltung der gewaltigen Bauwerke, welche in ihrem stählernen Leibe deutsche Art und deutsche Kultur über die Weltmeere tragen sollen, unsere Blicke nicht mehr so sehr auf die oberflächlichen Wünsche des „internationalen Reisepublikums“ zu richten, sondern im Gefühle des überlegenen Könnens sicher zu sein, daß dem Echten auf die Dauer auch der materielle Lohn nicht versagt bleibt.

Dies wird sich erreichen lassen, wenn wir uns von den Grundlagen wirklicher Kunst nicht entfernen und uns darüber klar bleiben, daß ein

Wesensunterschied im Schaffen des Ingenieurs und des Baukünstlers nicht besteht und daß auch für die Schiffbaukunst das Wort gilt, das einst ein Architekt über die neuzeitliche Baukunst gesprochen hat: „Die neue Menschheit sieht mit neuen Augen! Nicht die Schönheitsschminke antiken Kunstgefühls sucht sie auf die Wirklichkeit aufzutragen, nicht mit einem traumhaft schönen Schleier die rauhe Wirklichkeit zuzudecken; ein neues Geschlecht sieht kühn dem Wirklichen ins Auge und es beginnt jener Realismus, der die Dinge und die Kunst gestaltet.“

### Erörterung.

Herr Dr.-Ing. Eggers-Dessau:

Königliche Hoheit! Meine Herren! Die Ausführungen des Herrn Professor Lienau verdienen in heutiger Zeit ganz besondere Beachtung. Es ist lange versäumt worden, die Kunst, namentlich die Raumkunst, den Bordverhältnissen entsprechend anzupassen, d. h. nach Herrn Professor Lienau, höchste Zweckmäßigkeit durch Klarheit und Einheitlichkeit des Planes, formenschöne Verteilung und Gliederung der Baumassen und Wahl der Baustoffe allein nach dem Zweck, zum Ausdruck zu bringen.

Gegen diese ungeschriebenen Gesetze ist oft und stark gesündigt worden und besonders die älteren Schnelldampfer des Norddeutschen Lloyd und der Hamburg-Amerika-Linie, deren äußere Silhouette den mit Recht gepriesenen ästhetischen Eindruck machen, sind in vieler Beziehung noch Musterbeispiele dafür, wie man es nicht machen soll. Dies bezieht sich natürlich hauptsächlich auf die Innenräume.

Zur äußeren Ansicht der Schiffe möchte ich bemerken, daß dieselbe nur in den seltensten Fällen dem Beobachter so vor Augen geführt wird, daß er tiefere Betrachtungen über Anordnung der Fenster und Proportionen der Größenverhältnisse anstellen kann. Fast immer sieht man die Schiffe im Hafen sowohl wie auf See in der Perspektive, dabei wirkt ein großer Passagierdampfer dem Kunstverständigen, wenn auch nicht in allen Stellungen gleich schön, so doch meiner Ansicht nach niemals langweilig, auch wenn man eine oder mehrere lange Reihen gleichmäßig angeordnete Fenster erkennt.

Das Bild der „Olympic“ auf See macht keinen schlechteren Eindruck als das der älteren deutschen Schnelldampfer. Die äußeren Formen und Dimensionen sind wohl proportioniert und halten einen Vergleich aus. Daran ändert nichts der auch bei uns gebräuchliche blinde Schornstein, der nebenbei gesagt, aus passagetechnischen, militärischen oder sonstigen Gründen sehr wohl seine Berechtigung haben kann und durchaus kein bedenklicher Mißgriff zu sein braucht. Auf jeden Fall scheint mir aber der „Olympic“-Gegenentwurf des Herrn Professor Lienau sehr beachtenswert.

Ich habe bei einem in Betrieb befindlichen Passagierdampfer niemals ein Promenadendeck von tödlicher Langeweile gesehen. Letzteres bietet vielmehr auch bei weniger gut gelungener Ausstattung und Anordnung interessante künstlerische Bilder. Das

Gleiche gilt von den übrigen Schiffsräumen: und die Belebtheit der Räume und Decks durch Fahrgäste aller Art ist meiner Ansicht nach ein Moment, das bei Beurteilung der künstlerischen Gesamtwirkung keinesfalls vernachlässigt werden darf, sondern ganz besondere Beachtung verdient.

Die berechtigten Forderungen nach übersichtlicher klarer Raumeinteilung mit einheitlicher künstlerischer Gesamtwirkung ist tatsächlich auch betriebstechnisch von großer Bedeutung, und daher sind alle diese Fragen bei den neuesten deutschen Luxusdampfern der verschiedenen Linien gründlich studiert und in der Gesamtheit, wie mir scheinen will, besser gelöst worden, als es z. B. der hier gezeigte Entwurf des C- und D-Decks des Dampfers „Imperator“ angibt. Dieser Verbesserungsvorschlag ist aus betriebs- und passagetechnischen Gründen, deren detaillierte Ausführung hier zu viel Zeit in Anspruch nehmen würde, keine besonders gute Lösung, wenigstens meiner Ansicht nach.

Der englische Dampfer „Olympic“ ist übrigens meines Wissens niemals von deutschen Fachleuten hoch gepriesen worden. Ich selbst berichtete der Hamburg-Amerika-Linie nach vollendeter erster Reise des Schiffes im Jahre 1911 darüber etwa, wie folgt:

„Die Einrichtungen des Schiffes bieten fast gar keine Neuerungen, die nach Indienststellung der beiden Cunarddampfer „Mauretania“ und „Lusitania“ vom künstlerischen, technischen sowie passagetechnischen Standpunkt aus irgendwelchen besonderen Eindruck machen können. Es sind im Gegenteil sehr viele Fehler und Mißgriffe bei der Ausführung des Schiffes und seiner Einrichtungen gemacht worden, die man nach den großen Anstrengungen der Engländer nicht hätte erwarten sollen. Eindruck machen allerdings die ungewöhnlichen Größenverhältnisse des Schiffes und seiner Räume. Ähnlich verhält es sich mit der in Bau befindlichen „Aquitania“, doch ist letztere in manchen Details der Einrichtungen beachtenswerter, ohne daß uns diese Konkurrenz besondere Sorge zu machen brauchte.“

Hieraus geht schon hervor, daß die Einrichtungen dieser Schiffe für berechnete sachkundige Kritik dankbare Objekte sind. Daher hat sich auch Herr Professor Lienau dieser Beispiele mit Recht gern bedient.

Pläne und Einrichtungen der drei Schiffe der deutschen Imperator-Klasse sind nach den auch vom Herrn Vortragenden als erwünscht bezeichneten, aber auch nach anderen wichtigen Grundsätzen von der Reederei und von einem leider schon verstorbenen bedeutenden Architekten entworfen worden. Letzterer ist auf diesem Gebiete bahnbrechend vorgegangen. Fast alle großen deutschen Firmen der Raumkunst haben von ihm gelernt: die vollkommene Beherrschung der klassischen Baukunst und seine Anpassung an moderne Anschauungen und an den Schiffskörper haben ihn Besonderes leisten lassen. Ich behaupte sogar, daß der in der geschickt angefertigten Zeichnung wohlgelungene Gesellschaftsraum auf Dampfer „Columbus“ seine Entstehung der guten Pionierarbeit dieses Architekten mit verdankt.

Es wäre daher meiner Ansicht nach zur Vervollständigung des Urteils aller Zuhörer und besonders derjenigen Herren, die sich mit diesen Fragen berufsmäßig zu beschäftigen haben, erwünscht gewesen, wenn der Herr Vortragende diese in vieler Beziehung mustergültigen neuesten Schöpfungen nicht nur andeutungsweise, und zwar nicht einmal im besten Sinne, erwähnt hätte.

Bei der hier vorgeführten Schwimmhalle muß ein Irrtum unterlaufen sein, denn es ist nicht diejenige des Dampfers „Imperator“, sondern wahrscheinlich diejenige des Dampfers „Vaterland“. Sie steht in mancher Beziehung hinter der Ausführung auf „Imperator“ zurück. Bei letzterer (siehe Abb. 24) kommt der Sinn: „ich gehöre zu einem Schiff“ durch besondere Betonung der einzelnen Decks gut zum Ausdruck, trotz der für eine Schiffsschwimmhalle gewählten und erforderlichen luftigen Höhe.

Was die Wahl des Materials anbelangt, so wird auch Herr Professor Lienau gewiß gern zugeben, daß Holzverschalungen und Stoffverkleidungen nicht gerade die geeignetsten Dekorationsmittel für Schiffsschwimmbäder sind.

Für die Bekleidung der erforderlichen Abstützungen, deren Stahlgerippe, selbst wenn sie noch so schön sind, aus hygienischen Gründen in den in Frage stehenden Räumen nicht gezeigt werden dürfen, ist hier ein ganz neuer Weg eingeschlagen worden.

Die sogenannten Steinsäulen bestehen in den Hauptteilen aus dünnen Blechmänteln, die in ihrer äußeren Form und den Proportionen wunderbaren klassischen Vorbildern entlehnt sind und in ihrem farbenfreudigen Teil mit einer Art Mosaik-Emaille belegt wurden, um sie auch hygienisch einwandfrei zu gestalten. Hier ist also mit künstlerisch durchaus zulässigen modernsten Mitteln bereits eine neue brauchbare Lösung gefunden, die sich bei höchster Zweckmäßigkeit durchaus sehen lassen kann.

#### Schwimmballe auf „Imperator“.

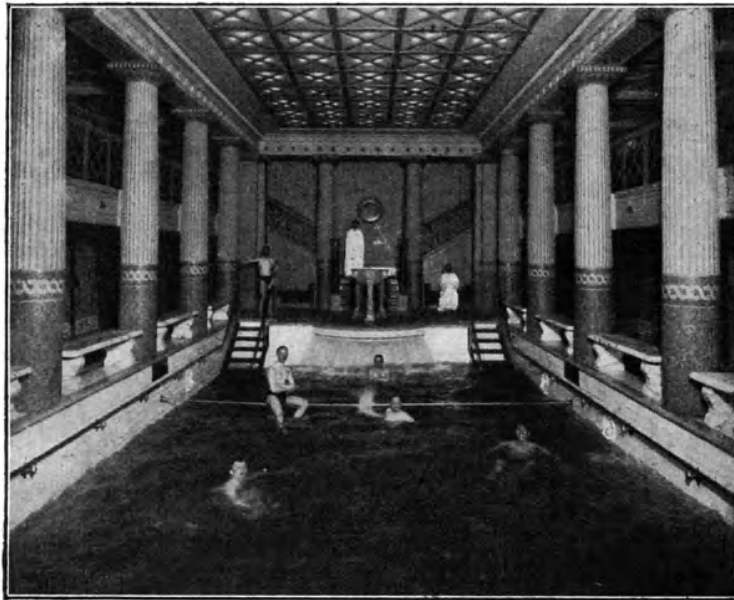


Abb. 24.

Die seinerzeit für den „Imperator“ gestellte Aufgabe: Schaffung eines besonders wirkungsvollen Anziehungspunktes in Form einer modernen und eleganten Badeanlage, ist in durchaus neuem Geiste mit deutscher Gründlichkeit und Sachkenntnis, auch nach dem Urteile maßgebender Künstler, zur besten Zufriedenheit gelöst worden.

Zu der fast vernichtenden Kritik, welche der Herr Vortragende durch die Worte zum Ausdruck bringt: „Von dem Einbau altfranzösischer Schloßräume und englischer Jagdhäuser mit falschem Backsteinwerk auf deutschen Schiffen gar nicht zu reden“, möchte ich nur noch sagen, daß die Ansichten darüber naturgemäß weit auseinandergehen auch bei Berufskünstlern. Es ist aber dringend zu wünschen, daß eine gewisse Abwechslung in der künstlerischen Ausgestaltung der Räume an Bord eines Schiffes hoffentlich

nicht restlos der Vergangenheit angehört, und daß es uns trotz gelegentlicher Anwendung der internationalen Kunst gelingen wird, hauptsächlich deutsches Wesen und deutsche Kultur in unseren schiffbaulichen Neuschöpfungen wieder über die Weltmeere zu tragen. Dabei dürfen auch nicht die berechtigten und nicht immer oberflächlichen Wünsche und Ansichten derer ganz vernachlässigt werden, die für den wirtschaftlichen Erfolg des Unternehmens eine ausschlaggebende Rolle spielen. Durch weise Berücksichtigung solcher Wünsche haben wir oft große Wirkungen und Erfolge erzielt, ohne uns irgend etwas zu vergeben, und das bleibt auch in Zukunft zu eigenem Nutzen der Beachtung wert.

Mit Rücksicht auf die noch in Aussicht gestellte große Arbeit des Herrn Professor Lienau erschien es mir geboten, diese kurzen Bemerkungen zu machen und im gleichen Zusammenhange auch noch auf die teils wohl gelungenen Schiffs-Inneneinrichtungen der Hamburg-Südamerika- und der -Afrika-Linien hinzuweisen. (Bravo!)

Herr Kapitänleutnant Dr.-Ing. E. Foerster :

Königliche Hoheit! Meine Herren! Es ist mir infolge Zeitmangels vor dem Vortrage leider nicht möglich gewesen, mich gebührend auf eine Erörterung zu Herrn Professor Lienaus wertvollem Vortrage vorzubereiten. Es ist mir aber doch noch gelungen, einiges Lichtbildmaterial herbeizuschaffen, das als Ergänzung des Vortrages, wie ich von Prof. Lienau selbst weiß, willkommen sein wird.

Die Ausführungen des Vortragenden sind m. E. hoch zu bewerten und es muß anerkannt werden, daß der Vortragende hier auf einem richtigen Wege vorgeht. Allerdings muß ich dabei sagen, daß er bei seiner vergleichenden Kritik gerade das „letzte Wort“, das der deutsche Schiffbau und die deutsche Schiffs-Innenarchitektur gesprochen haben, übergangen hat. Er spricht — durch die Blume — im ersten Absatz ein hartes Urteil aus, das in letzter Zeit vielfach deswegen ausgesprochen worden ist, weil es sich um ausländische Stile handelte, welche in großen deutschen Dampfern mitverarbeitet waren, und weil mit Recht, der deutsche Nationalstolz und die deutsche Kunst darauf drangen, daß auch das Eigene, hierin Geschaffene auf Schiffen zu Worte kommen solle. Dieses Streben hat allerdings vielfach einen Charakter wie die Fremdwörterrazzia angenommen, ohne daß entsprechende Ersatzworte geliefert werden konnten. Ich stimme mit dem Herrn Vorredner darin überein, daß erste Kräfte der deutschen Kunst daran mitgearbeitet haben, im deutschen Schnelldampfer „Vaterland“ das zu verkörpern, was an geschmackvoller Übertragung aus bewährten klassischen, aus französischen, englischen und aus dem Kolonialstil gegenwärtig die anerkanntesten Schönheitswerte liefert. Das Ergebnis steht allerdings weit über der inneren Öde der meisten englischen Schiffsarchitekturen. Herr Professor Lienau hat sich als Beispiel für seine kritischen Anregungen den „Olympic“ genommen. Es war leicht, dieses Schiff in künstlerischer Hinsicht abzutun. Allerdings stimme ich auch da nicht durchweg mit dem Vortragenden überein. Die Anordnung eines großen Ventilatorkomplexes statt des vierten Schornsteins erreicht nicht, was damit gewollt wird: „die Vereinigung des Zweckmäßigen mit dem Schönen“; denn diese Ventilatorgruppe ist absolut unzweckmäßig; die Form der dort angedeuteten Ventilatorköpfe entspricht bestimmten Erfahrungen; sie sollen gegen den Wind gedreht werden, damit die Luft glatt herein kann. Diese unbewegliche mächtige Ventilatorgruppe aber, die außerdem für ihren Zweck zu niedrig erscheint, ist nicht entsprechend einzurichten. Ich hätte dann noch eher geraten, einen weiteren Mast an diese Stelle zu bringen, um damit eine harmonische Gesamtwirkung der Aufbauten, Schornsteine und Takelage zu erzielen. Natürlich kann man auch darüber verschiedener Meinung sein, und sollte so etwas stets am Modell frühzeitig ausprobieren.

Herr Professor Lienau hat dann den „Imperator“ kritisiert und durch Gegenentwürfe

Deckspläne „Vaterland“ und „Bismarck“ der Hamburg-Amerika-Linie.

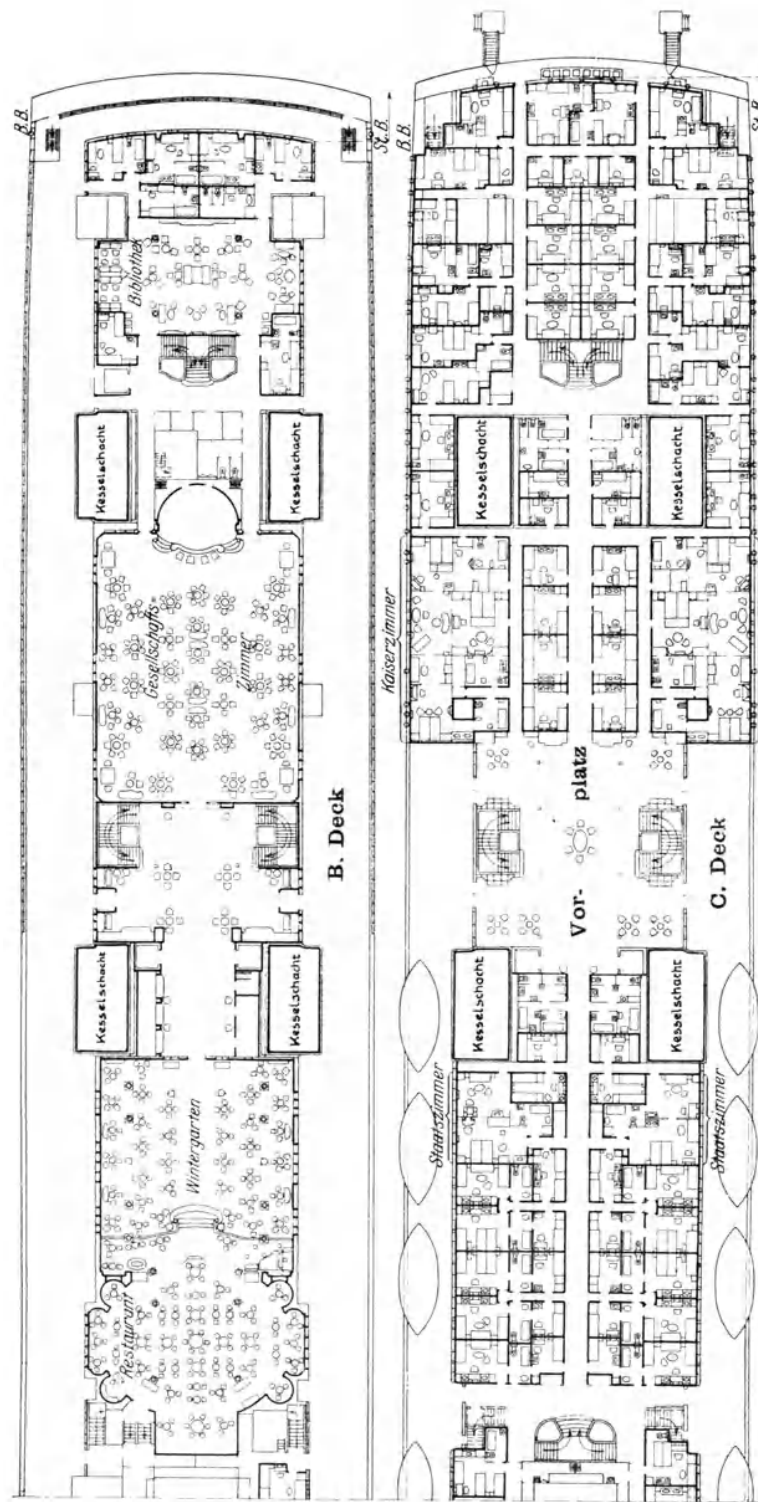


Abb. 25.

eine bessere Gliederung der Kammern zu zeigen versucht. Warum hat Herr Professor Lienau nicht den letzten Schritt der deutschen Schiffbautechnik nach „Imperator“, nämlich „Vaterland“ und „Bismarck“, genommen? Da haben wir doch ganz wesentliche Verbesserungen gerade in diesen Beziehungen und gerade in der Richtung, die Herr Professor Lienau als sein Ziel angibt!

Ich möchte in dieser Richtung einiges Kennzeichnendes vorführen: Bei der Entwicklung der sehr breiten Schiffe ergab sich aus Zweckmäßigkeitsgründen die Erwägung, die allzu schrägen Rauchfangführungen der Kessel in der Querrichtung zu verbessern. In Verbindung mit dieser Zweckmäßigkeitserwägung ergab sich als durchaus wünschenswertes Nebenprodukt, daß zentrale Passagen in den Decks

**Architektonische Lösung des Durchgangs zwischen den Kesselschächten.  
(Vaterland und Bismarck.)**

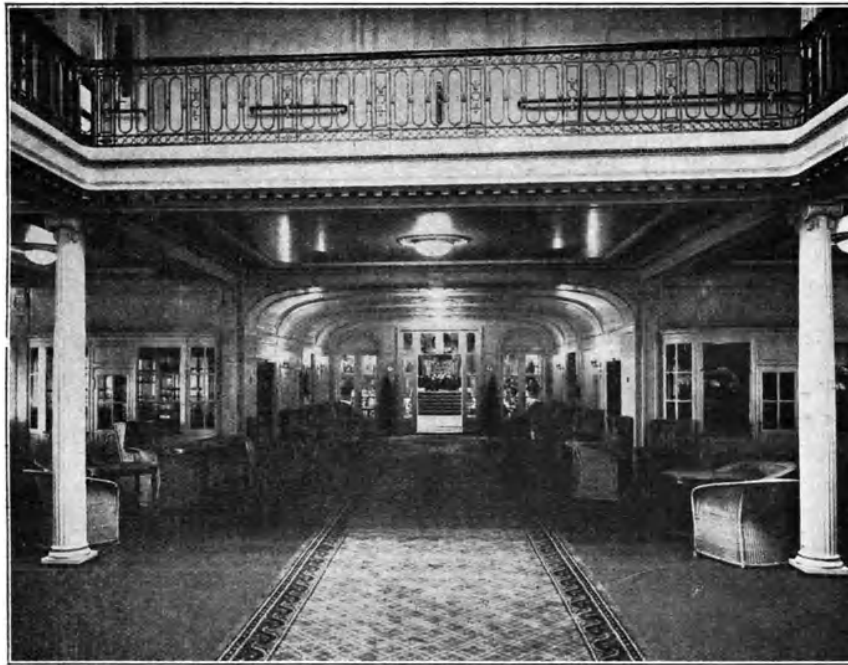


Abb. 26.

entstanden, und zwar sowohl unten in der Kammereinrichtung, als auch oben in den Salons. Die bei „Vaterland“ und „Bismarck“ getroffene Anordnung hat das Prinzip der Kammeranordnung entsprechend verändert. Die Kesselschächte treten seitlich heraus. Es sind bessere Rauchfangführungen erreicht. Der Gewichtszuschlag beträgt rund 350 Tonnen, was bei einem Schiff von 61000 Tonnen Displacement geringfügig ist. Das Gewicht wird durch die wegen der Hitzestrahlung nötige ausgiebige Isolierung der Schachtwände bedingt. Eine vorzügliche Auswirkung gibt diese Anordnung im Salondeck zwischen den beiden Haupttreppenhäusern. (Siehe Decksplan, Abb. 25.) Es ist durch diese grundlegende und, wie die Engländer und Amerikaner sagen, geradezu „epochmachende“ Ände-

zung, welche die Firma Blohm & Voß seinerzeit vorschlug, auch eine willkommene Auflockerung des ganzen Kammerngefüges, was sich sonst zwischen den Seitengängen zusammenpreßte, erreicht. Auch die Lüftung der Innenkammern ist, wie sie sich in der Praxis erwiesen hat, dadurch verbessert worden. Man hat gute, hochbezahlte Kammern nach innen legen können. Diese Lösung wäre doch bemerkenswert gewesen? Herr Professor Lienau hat frühere Schiffe behandelt, ohne das Letzte zu würdigen.

Die Auswirkung der geteilten Kesselschächte in künstlerischer Hinsicht bot ganz neue Aufgaben.

Man gewinnt einen Durchblick von der Hallenbühne bis an die Hinterwand des Restaurants, mit außerordentlich schönen Perspektiven, unterstützt durch breite Glastüren

#### Halleneingang (Vaterland und Bismarck).



Abb. 27.

in den Stirnwänden. Aus der Abb. 26 ersieht man die Lösung eines Durchgangs zwischen den Kesselschächten.

Was die Ausgestaltung der Innenarchitektur betrifft, so möchte ich weiter zu den Vergleichsbildern, die Herr Professor Lienau gibt — (Gesellschaftsraum der „Olympic“ wie er ist, und wie er sein sollte), bemerken, daß ich auf Grund der Erfahrungen auf „Imperator“ und „Vaterland“ nicht ganz einverstanden mit dem verbesserten Entwurf bin. Es sind beim Lienauschen Gegenentwurf hauptsächlich Stützen beseitigt. Im allgemeinen schafft man dadurch allerdings größere Perspektiven. Aber man macht oft den großen Fehler — der auch bei „Imperator“ und „Vaterland“ nicht durchweg vermieden ist —: man beseitigt in Vorplätzen von normaler Deckshöhe zu eifrig Stützen! Jeder Raum



muß für seine Wirkung eine bestimmte Anzahl Stützen haben; sonst fällt einem die Decke — bildlich gesprochen — auf den Kopf. Sowohl bei „Vaterland“ wie bei „Imperator“ haben wir in einigen großen Decksvorräumen von geringer Höhe zu große Deckenmuster und zu wenig Stützen. So behandelte Räume, in die dann noch platt gedrückte Beleuchtungskörper halbversenkt hineinstehen, wirken erheblich niedriger, als solche mit mehr Stützen und kleinen Deckenfiguren. Eine kennzeichnende Einzelheit mit Bezug auf ästhetische Lösung eines sonst unschönen Elementes ist in Abb. 27 dargestellt. Die aus Zweckmäßigkeitsgründen sehr breite Glastür der Halle auf „Vaterland“ und „Bismarck“ wirkt zu niedrig und bedarf der Verbindung mit der hohen toten Fläche darüber. (Abb. 27.) Die Abmessungen von Tür und Bild — in einen Rahmen zusammengefaßt (der etwa dem Verhältnis des goldenen Schnittes entspricht) — ergeben eine schöne Gesamtwirkung. — Man sieht auch an solchen

### Speisesaal (Imperator).

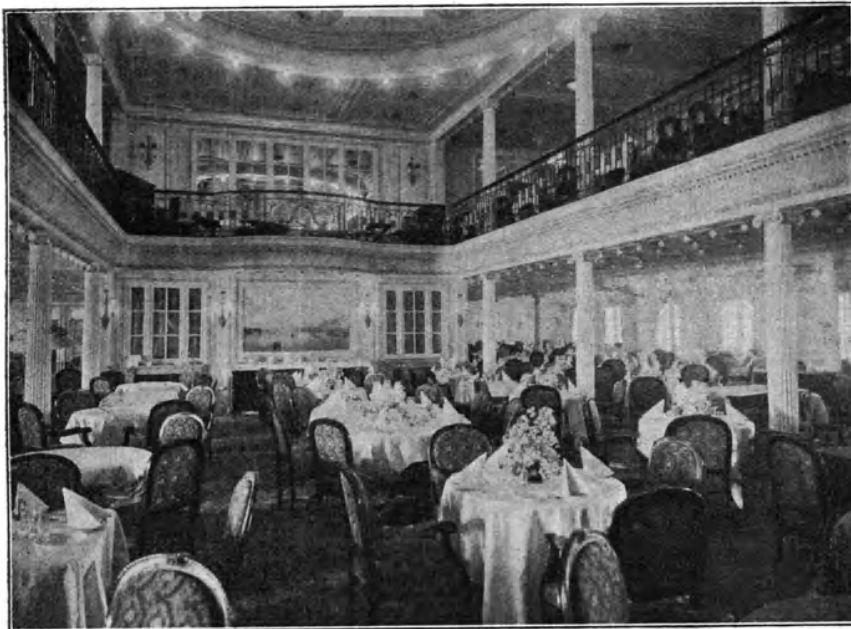


Abb. 28.

Einzelheiten, ob wirklich künstlerische Durcharbeitung stattgefunden hat. Und das ist bei diesen Schiffen wahrlich der Fall! Ich bringe in den Abb. 28 und 29 noch eine Gegenüberstellung des „Imperator“ und „Vaterland“, wo der Vergleich der Speisesäle zeigt, daß eine schöne und durchgearbeitete Architektur noch verbesserungsfähig war. Der obere Teil des Speisesaales ist bei „Imperator“ noch von normaler Deckhöhe, architektonisch ganz getrennt von unten, und es fehlt den vertikalen Linien noch der von unten bis nach oben durchgehende große Zug. Die Gewinnung der doppelten Deckhöhe der Saalmitte ist noch nicht bewußt zum Ausdruck gebracht. Bei „Vaterland“ ist dies erreicht. Man hat hier auf das obere Stockwerk des Speisesaales verzichtet, dagegen den unteren entsprechend weiter ausgebreitet. Der Mittelteil des Saales hat doppeldeckshoch durchgehende Säulen, wie dies zum ersten Mal im Schiffbau auf dem La-Plata-Dampfer „Cap Finisterre“

gemacht worden ist. (Abb 30.) Dort ist die Wirkung allerdings noch dadurch gesteigert, daß man die doppelte Deckshöhe von Bord zu Bord und von vorn bis hinten gleichmäßig hat. Die Abb. 31 ist eine Skizze für die Hallenarchitektur des „Bismarck“. Ich glaube, diese hält den Vergleich aus mit dem vom Vortragenden als Zeichen der neuen Zeit gepriesenen eckigen Gesellschaftsraum, und es darf wohl beansprucht werden, daß in dem hier Vorgezeichneten Zeichen der neuen Zeit in dem vom Vortragenden gemeinten Sinne reichlich zu erblickt sind.

Noch ein Wort zu den Silhouetten! Im allgemeinen bin ich auch dagegen, Attrappen auf ein Schiff zu setzen. Aber bei einem modernen schnellen Schiff, dessen Kesselanlage sehr weit vorausliegt, ist es sehr schwierig, eine Lösung hinsichtlich guter Massenwirkung der Schornsteingruppe auf dem Schiffskörper zu finden. Ich bin der Ansicht, daß eine

#### Speisesaal\*(Vaterland und Bismarck).

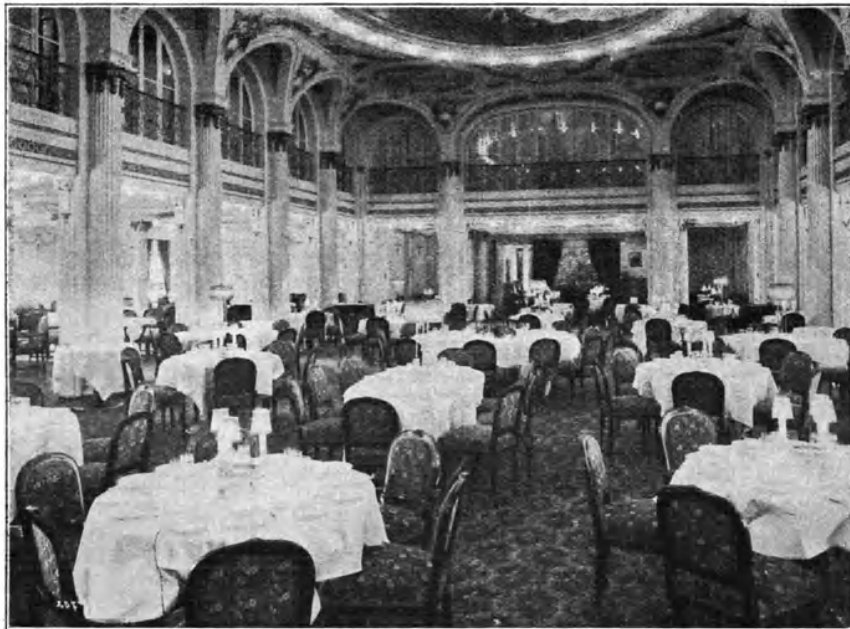


Abb. 29.

solche Attrappe, wie ein blinder Schornstein, unter Umständen die ästhetische Massenwirkung des ganzen Schiffes geradezu sichert! Im Falle „Olympie“ sitzt die Schornsteingruppe zweifellos zu weit nach hinten. Bei „Vaterland“ und „Bismarck“ kann man das kaum noch sagen. Jedenfalls würde das Schiff mit den beiden vorderen Schornsteinen kahl aussehen. (Abb. 32 Längsansicht.) Hinsichtlich der Gliederung von Promenadendecks meine ich, sollte man nur das Zweckmäßige, und zwar so leicht wie möglich bauen, und nichts Bildmäßiges ohne konstruktiven Grund! Ich glaube mit Herrn Professor Lienau ganz einig zu sein, daß man zum Zweckmäßigen im Schiffbau nur soweit das Schöne fügen darf, als man das erstere nicht gefährdet. Dies Gebiet ist im übrigen voller Entwicklungsmöglichkeiten, und jede gute Anregung ist wertvoll und willkommen. (Beifall.)

Herr Professor O. Lienau-Danzig (Schlußwort):

Königliche Hoheit! Meine Herren! Ich bedauere es auf das Lebhafteste, daß es mir bei der beschränkten Zeit nicht möglich ist, auf die interessanten Ausführungen der Herren Vorredner in allen Einzelheiten einzugehen. Herr Dr.-Ing. Eggers hat trotz seines ablehnenden Standpunktes grundsätzlich doch vieles von dem bestätigt, was ich selbst als künstlerische Forderung ausgesprochen habe. Und ich glaube, ich bin mit ihm über das Wesen der Sache selbst viel mehr einig, als es hier vielleicht zunächst erscheinen mag. Er glaubt mein Urteil für zu scharf halten zu sollen; aber daß man von dieser Stelle hier aus seine Ausführungen auch einmal, wenn es nötig ist, recht scharf fassen kann, halte ich für einen Vorzug dieser Versammlung: gerade in künstlerischen Dingen sind Halbheiten stets

**Doppeldeckshoher Speisesaal der „Cap Finisterre“ der H. S. D. G**

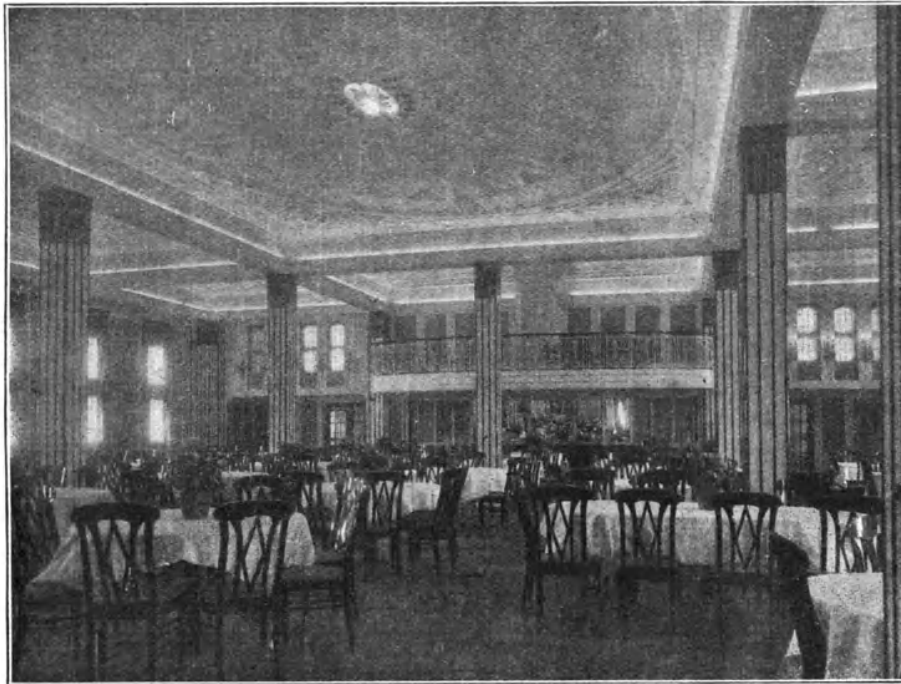


Abb. 30.

vom Übel, und je schärfer man sich faßt, um so klarer wird das Ziel erscheinen und um so sicherer zu erreichen sein.

Im einzelnen sind wir uns, glaube ich, darüber einig, daß die Grundforderungen, die ich soeben für die künstlerische Bewertung der Schiffe aufgestellt habe, nicht nur in ihren wesentlichen Punkten anzuerkennen sind, sondern auch praktisch eingehalten werden können, nämlich, daß „Schönheit im Schiffbau die vollendete Darstellung des Zweckmäßigen“ ist. Dieser eine Satz faßt alles zusammen, was sich mit wenigen Worten grundsätzlich über die künstlerischen Gesichtspunkte im Schiffbau sagen läßt. Und hierin hat mich Herr Dr.-Ing. Eggers wohl auch kaum widerlegen wollen.

Was nun die außerordentlich interessanten Ausührungen des Herrn Dr.-Ing. Foerster betrifft, so habe ich mich über die in seinen Lichtbildern gezeigten letzten Bauten leider nicht auf dem Laufenden halten können, da ich die letzten 3 Jahre im Felde gewesen bin und die neuesten Fortschritte wenig habe verfolgen können. Von den Veröffentlichungen über den Dampfer „Vaterland“ war mir daher nur wenig bekannt. Um so mehr freue ich mich, zu hören, daß die künstlerische Richtung, auf die ich in meinem Vortrage hingewiesen habe, schon länger Wurzel gefaßt hat. Andererseits ist mir nicht unbekannt, daß hervorragende deutsche Innenarchitekten sich bemüht haben, die bewährten Formen der Architektur für das Schiff umzubilden, mehrfach mit recht gutem Erfolge. An der Beurteilung der von mir angezogenen Beispiele ändert das aber nichts.

Es fehlt leider an Zeit, im einzelnen auf diese Dinge näher einzugehen, so interessant es wäre. Nur bezüglich der Stützenwirkung möchte ich das eine erwidern, daß bei der Verteilung der Stützen das Wesentliche natürlich die Höhe des Raumes ist. Je höher ein

#### Ansicht der Hallen-Architektur (Bismarck).



Abb. 31.

Raum ist, mit um so weniger Stützen komme ich aus. Diesen Hinweis des Herrn Dr.-Ing. Foerster halte ich für außerordentlich bedeutungsvoll. Stützenentfernung, Stützenszahl und Stützendurchmesser müssen in einem ganz bestimmten Verhältnis zum Raum überhaupt stehen, zur Höhe des Raumes in allererster Linie. Und da kann durch richtige Anordnung die Raumform beeinflußt und die Raumwirkung ganz außerordentlich erhöht werden. Ich glaube, ich kann mich da seiner Anschauung vollkommen anschließen. Auch was der Herr Vorredner über den goldenen Schnitt angeführt hat, ist mir eine Bestätigung dafür, daß wir im Schiffbau künstlerisch noch recht viel von der Architektur lernen können, wie es überhaupt sehr wertvoll sein würde, wenn auf den technischen Hochschulen auch im Schiffbau etwas mehr Zeit dafür erübrigt werden könnte, auf die künstlerischen Forderungen hinzuweisen und sie mehr in den Vordergrund zu stellen.

Ich bin jedenfalls sehr dankbar für die Anregungen, die ich hier empfangen habe und möchte nicht unterlassen, die Bitte auszusprechen, daß mir von dem Material, welches hier von den Herren Vorrednern angeführt worden ist, für meine späteren Arbeiten eine

Längsansicht „Vaterland“ und „Bismarck“ der Hamburg-Amerika-Linie.

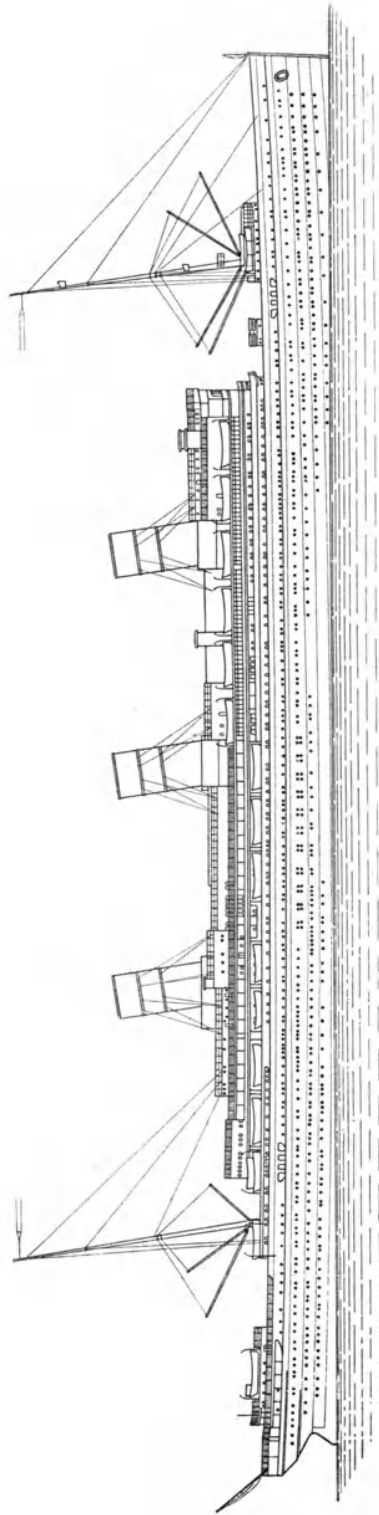


Abb. 32.

recht reiche Auswahl zur Verfügung gestellt werden möge, damit es gelinge, die Frage immer weiter zu klären: Wie kommen wir zu einem wirklich schönen, in jeder Weise auch künstlerisch befriedigenden deutschen Schiffbau? (Lebhafter Beifall.)

Der Ehrenvorsitzende, Seine Königliche Hoheit Großherzog Friedrich-August von Oldenburg:

Meine Herren, Herr Professor Lienau hat sich mit seinem Vortrag insofern ein Verdienst erworben, als er die vielfach unkünstlerische Innenarchitektur unserer großen Personendampfer beleuchtet hat. Der deutsche Schiffbau hat zwar schon den Gipfelpunkt der Geschmacklosigkeit überschritten, den er den amerikanischen Fahrgästen zu Liebe einige Jahre früher einnehmen mußte, so daß die neuen großen Schnelldampfer bereits ein sehr erfreuliches Bild zeigen. Wir sind Herrn Professor Lienau für seine geschichtlich begründeten und höchst beachtenswerten Anregungen ganz besonders dankbar (Lebhafter Beifall.)

---

## XII. Die Entwicklung des Schiffsankers und die Grundlagen der Konstruktion moderner Anker.

*Vorgetragen von Dr.-Ing. Friedrich Moll, Berlin.*

Der Anker scheint untrennbar mit dem Begriff des Schiffes verbunden. Nur die urältesten babylonischen und indischen Schriften, aus welchen, wenn das Bild des Bootes nicht überhaupt rein symbolisch gebraucht wird, lediglich die Kenntnis kleiner Flußboote ersichtlich ist, erwähnen nirgends das Wort Anker. Sicher wurden diese Fahrzeuge bei Nichtgebrauch stets auf Land gezogen. Ein ähnlicher Schluß läßt sich für Ägypten aus dem Umstande ziehen, daß unter den Hieroglyphen, welche doch sonst fast alle Gegenstände des ägyptischen täglichen Lebens darstellen, kein Bild für „Anker“ oder kein aus ihm abgeleitetes Zeichen vorkommt. Aber schon auf Wandzeichnungen im Grabe des ägyptischen Königs Sahu-Ré, der gegen 2600 v. Chr. lebte, begegnen uns Andeutungen von Vorrichtungen, um Schiffe im Wasser gegen unerwünschte Ortsveränderungen zu sichern. Wir sehen auf den Schiffen runde durchlochte Körper liegen, die genau die Form der später so weit verbreiteten Ankersteine haben. Aus den folgenden Jahrhunderten sind uns eine große Anzahl kleiner Schiffsmodelle, sogenannter Totenschiffchen erhalten. Diese gab man den Verstorbenen mit ins Grab, damit sie darauf im Jenseits spazieren fahren könnten. In ihnen finden sich nun neben menschlichen Figuren, Rudern usw. auch die Ankersteine nachgebildet.

Auf dem großen Wandbild einer Flotte in den Gräbern zu Quret-Murrai aus dem Jahre 1600 v. Chr. führen von zwei Lastschiffen Taue zu einem am Ufer stehenden Baum, während vom Hinterschiff zwei Taue nach dem Wasser führen, vermutlich zu Steinen, die auf den Grund des Nils gesenkt sind. So lernen wir es auch noch aus den Liedern des Homer und Hesiod und der Geschichte des Herodot kennen. Ankersteine. Eunai genannt, werden vom Bug des Schiffes aus geworfen. Sie sind entweder in der Mitte mit einem

Loch zum Durchstecken des Ankertaues versehen oder ringsherum eingekerbt, so daß das Ankertau in dieser Kerbe um sie herumgeschlungen werden kann. Diese einfachste Form des Ankers finden wir auch heute noch bei zahlreichen Völkerstämmen Afrikas, Indiens und der Südseeinseln, sie ist selbst bei den Flußschiffen Europas nicht selten. An den Nebenflüssen der Elbe, des Rheins und der Oder kann man den Ankerstein sehr oft finden. Zum Festlegen der großen Hafengebäude und von Seeminen werden zudem Ankersteine in Gestalt großer Betonklötze besonders hergestellt.

Seiner Wirkungsweise nach ist der Steinanker ein reiner „Gewichtsanker“. In schlammigem Boden saugt er sich zwar fest und vermag dann jeder Veränderung seiner Lage sehr großen Widerstand entgegen zu setzen. Wo das nicht der Fall ist, beträgt aber der Widerstand gegen horizontale Ortsveränderungen nach allgemeiner Erfahrung kaum mehr als ein Drittel seines Eigengewichtes, während er bei gut durchkonstruierten eisernen Stockankern das 30 bis 50 fache dieses Wertes, d. i. 12 bis 15 kg auf ein Kilogramm Ankergewicht, erreicht. Etwa bis zum Beginn unserer Zeitrechnung hin brauchte man jedoch keine größeren Ansprüche an die Wirksamkeit zu stellen; denn die Schiffe waren verhältnismäßig klein. Zur Zeit Ciceros waren die größten seegehenden Schiffe kaum 50 t groß. Wenn irgend möglich, fuhr man in Sicht der Küsten und ging des Nachts an Land. Selbst die Schiffe wurden auf Land gezogen, wie es zahlreiche Stellen alter Schriften, z. B. der Bibel, der Ilias und der Odyssee beschreiben. Tukydidēs erzählt, daß Trieren, also nach damaligen Verhältnissen große Schiffe, während eines Seegefechts von Schwerebewaffneten und Reitern angegriffen wurden, weil es nicht ge- glückt war, sie rechtzeitig ins Wasser zu schieben.

Die erste Annäherung des Steinankers an unsere heutigen Ankerformen bestand darin, daß auf einen hölzernen Schaft am einen Ende zwei Querhölzer über Kreuz befestigt wurden. Auf den Schaft wurden dann Ringsteine oder durchbohrte Metallplatten aufgesteckt oder mit Stricken aufgehängt. Ob das Querkreuz dabei nur die Gewichte am Abgleiten verhindern, oder sich, wie die Schaufeln unserer Anker, in den Boden eindrücken sollte, wissen wir nicht. Der Anker gewann an Handlichkeit, als es gelang, den Stein durch ein hohles Holz zu ersetzen, das mit Blei ausgegossen wurde. Nach Diodorus Siculus brachten phönizische Kaufleute, welche das kostbare Metall aus Spanien holten, auch diese Erfindung von dort mit nach Griechenland.

Die große tote Last des Ankers wußte man durch Körbe zu vermeiden, die erst am Ankerplatz mit Sand oder Steinen gefüllt wurden. Natürlich



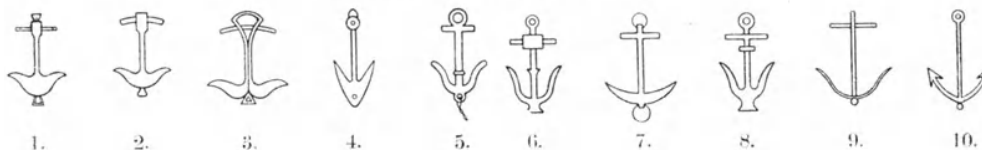
konnte ein derartiger Anker nur dann von Wert sein, wenn die Möglichkeit den Korb zu füllen, bestand. Immer mußten neben ihm noch ordentliche Anker vorhanden sein. Arrianus beschreibt, wie die Römer diese Korbanker beim Bau ihrer Kriegsbrücken benutzten. Ähnlich wie heute unsere Pioniere mit den Pontons verfahren, ließen die Römer die breiten Boote der Schiffsbrücke von einer Stelle oberhalb der Brücke langsam heruntertreiben, den Bug stromaufwärts gerichtet und den Ankerkorb klar zum Fallen hängend. Wenn die Boote dann kurz vor der Stelle angelangt waren, wo die Brücke hinkommen sollte, so wurde der Ankerkorb zu Grund gelassen und das Boot eingerichtet. Ungefähr um das Jahr 700 v. Chr. werden uns die ersten Metallanker bezeugt. Bei Theognis heißt der Eisenanker „Ankyra“, der Gekrümmte. Ihm verdankt die Stadt Angora ihren Namen (Abb. 9). Auch die Bezeichnungen des Ankers in fast allen europäischen Sprachen leiten sich davon ab (deutsch: Anker, englisch: anchor, französisch: ancre, lateinisch: ancora, althochdeutsch: anchar). Gleichzeitig fängt der Anker an eine Rolle als Sinnbild bei den Dichtern und Philosophen Europas zu spielen. Es ist beachtenswert, daß er auch in dieser Beziehung der indischen, ägyptischen usw. Literatur fremd bleibt.

Ursprünglich war der Metallanker jedenfalls ein einfacher Haken, der an Land an irgend geeigneter Stelle, z. B. hinter einem Fels oder Baum, befestigt und durch ein Tau mit dem Schiff verbunden wurde (vgl. später Plinius und chinesische Anker). Wie die Chrausis und der Ankyra monobolos des Hesychius ausgesehen haben, entzieht sich unserer Kenntnis. Es kann aber nicht lange gedauert haben, bis sich aus dem Haken die uns geläufige Ankerform entwickelt hat. Als ihren Erfinder nennt uns Strabo einen gewissen Anarchasis.

Aus der Blütezeit der alten Griechen und Römer sind uns eine größere Zahl von Ankerdarstellungen auf Münzen und Denkmälern sowie viele Berichte erhalten, aus denen wir die Form des Ankers und die Art seiner Verwendung und Bedienung erkennen können. Die ältesten Bilder (Abb. 1—3) scheinen noch Übergangsformen vom Gewichts- zum Hakenanker darzustellen. Der Stock läßt allerdings darauf schließen, daß die dicken Teile am unteren Ende Arme vorstellen sollen. Die Abbildungen aus den nächsten Jahrhunderten nähern sich immer mehr unserm Admiraltätsanker. Wir erkennen den Schaft, an welchem unter einem Winkel, der zunächst etwa  $45^\circ$  beträgt und sich mehr und mehr  $60^\circ$  nähert, zwei Arme angesetzt sind. Wir sehen den Stock und zwar durchweg in der Ebene der Arme gezeichnet. Ähnliches

finden wir aber auch bei den meisten späteren Ankerdarstellungen (Abb. 13 bis 29) und sogar bei solchen aus unserer Zeit. Auf Münzen, Siegeln, Wappenschildern oder architektonischem Zierrat würde ein perspektivisch richtig gezeichneter Anker meist ungeschickt wirken. Um dem Bilde aber eine gewisse Fülle und Abrundung zu geben, mußte man den Kunstgriff anwenden, die Arme und den Stock in dieselbe Ebene zu zeichnen. Wo der Anker nicht zum Auswerfen auf See, sondern zum Festmachen an Land benutzt werden sollte, da war natürlich ein Stock nicht notwendig, und es ist daher gut möglich, daß neben Ankern mit Stock auch solche ohne Stock vorhanden waren.

#### Anker aus vorechristlicher Zeit.



1. Münze von Abydos.
2. Münze von Appollonia.
3. Münze von Mysien, 350 v. Chr.
4. Münze von Luceria.
5. Münze des Seleucos I. von Syrien, 310 v. Chr.
6. 146 v. Chr., Münze des Demetrios II. von Syrien
7. 100 v. Chr., Münze von Gadara in Nordsyrien.
8. 70 v. Chr., Münze von Alexandria in Palästina.
9. 60 n. Chr., Münze von Angora (geprägt von Nero).
10. Relief am Tempel der Athene Nike.

Abb. 1—10.

Am oberen Ende des Schaftes befindet sich ein Auge oder ein durch ein Ohr gezogener Ring zur Aufnahme des Ankertaues. Am unteren Ende befindet sich ein ähnliches Auge oder Ring für das Bojereep. Die „Attischen Seurkunden“, eine Anzahl Steintafeln, auf denen die Rechnungslegung der Flotte Athens für die Jahre 370 bis 350 v. Chr. bekanntgegeben wurde, zeigen uns, daß die Schiffe damals gerade wie heute nach einem festgelegten Plan ausgerüstet wurden. Zum vollständigen „hängenden Gerät“ der Trieren und Tetreren gehörten zwei eiserne Anker, doch wurden auch vom Magazin bis zu vier eiserne Anker ausgegeben und der Sechzigruderer des Hieron, eines der größten Schiffe jener Zeit, hatte sogar vier hölzerne und acht eiserne Anker. Das Zeughaus der Werft zu Athen enthielt nach der Rechnungslegung zwei Sätze von je 337 eisernen Ankern im Gewicht von 20—25 kg.

An Bord wurde der Anker auf dem Vorschiff verstaut. Mit Hilfe eines über die Bordwand vorstehenden Kranbalkens wurde er ausgeworfen und

eingeholt. Die Ankertaue wurden, wie der Dichter Pindar beschreibt, durch Klüsen eingeholt. Die Lage des Ankers im Wasser bezeichnete man durch Korkbojen, Körbe oder Netze, welche mit Korkstücken gefüllt waren und mittels des Bojereeps am Anker festgemacht wurden (Plinius, Pausanias).

Neben dem Admiraltätsanker (Abb. 11), dessen Form anscheinend für die nächsten Jahrhunderte maßgebend blieb, kannte man auch noch einarmige hakenförmige Anker (Plinius, Buch VII, 56). Eiserne Ankerketten, welche Cäsar bei den Galliern und Venetern fand (Cäsar, Buch III, 13), wurden von den Griechen und Römern nicht benutzt. Nur aus militärischen Gründen benutzte Alexander der Große einmal eiserne Ketten. Bei der Belagerung von Tyrus hatte er den Hafen durch quer vor den Ankern aufgestellte Schiffe gesperrt. Aber die Tyrier hieben die Ankertaue durch und Taucher zerschnitten die Tawe sogar unter Wasser. Da warfen die Mazedonier ihre Anker an Ketten statt der Tawe befestigt aus und nun konnten die Taucher nichts mehr machen. Bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts blieb das Ankertau vorherrschend.

Über die Ankermanöver der älteren Zeit können wir uns dank zahlreicher Nachrichten ein ziemlich genaues Bild machen. In der Regel wurde ein Anker vom Bug aus geworfen. Dieser diente nicht nur dazu, das Schiff festzulegen, sondern auch umgekehrt zu Ortsveränderungen. Appianus beschreibt ein Seegefecht, in dem die Römer ihre Anker über Heck ausgeworfen hatten und nun abwechselnd unter Auslassen von Ankertau vorwärtsruderten und dann durch Einholen des Ankertaus ihre Schiffe beschleunigt wieder in der Richtung auf die Anker zurückholten.

Wenn ein Anker nicht genügte, so wurden zwei und mehr Anker ausgeworfen. Um Herumschwoien des Schiffes, etwa beim Wechsel der Ebbe und Flut zu verhindern, wurden die Anker in flachem Winkel zu einander ausgelegt.

Ein lebendiges Bild der Ankermanöver zeichnet der Apostel Paulus in dem Berichte über seinen Schiffbruch bei der Insel Malta (Apostelgeschichte, Kapitel 27): Und da wir groß Unwetter erlitten, — warfen wir mit unsern Händen die Gerätschaft im Schiff aus. — — — Und da sie fürchteten, auf Klippen zu stoßen, warfen sie hinten vom Schiff vier Anker und wünschten, daß es Tag würde. Da aber die Schiffsleute die Flucht suchten aus dem Schiffe und den Kahn niederließen in das Meer und gaben vor, sie wollten Anker vorne aus dem Schiff lassen . . . . — Und sie hieben die Anker ab und ließen sie dem Meer — und trachteten nach dem Ufer.

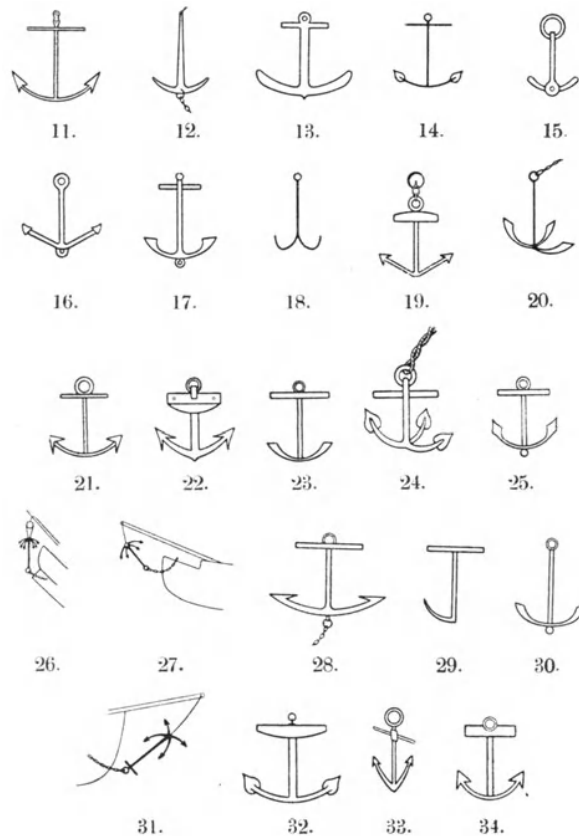
Also zuerst warf man die „Geräte“ aus dem Schiffe. Was heißt das? Zunächst ist darunter das ganze Schiffsgerät zu verstehen, Ruder, Mast, Segel, besonders aber die Anker, die vielfach kurz als Gerät bezeichnet werden. So heißt der große Notanker bei Plutarch „Notgerät“. Was aber Paulus hier mit dem „Gerät“ meint, das zeigt eine andere Stelle aus den Schriften des Plutarch: „Wenn das Schiff vom Sturme fortgerissen wird, so greift man zu Schleiftrossen und Treibankern und hemmt die Geschwindigkeit damit.“ Ähnlicher Treibanker bedienten sich die ägyptischen Schiffer auf dem Nil (Herodot, Geschichte, II/96), vermutlich, um zu verhüten, daß beim Stromabwärtstreiben die Schiffe quer zum Strom kamen. Auch große Knäuel aus Tauwerk ließ man im Wasser nachschleifen.“ Stromabwärts fährt man also: man nimmt ein aus Tamariskenholz gefertigtes Türbrett, welches durch ein Geflecht von Rohr zusammengehalten ist, und einen Stein, durch welchen ein Loch gebohrt ist. Derselbe hat ein Gewicht von 2 Talenten (50 kg). Dieses an ein Tau gebundene Brett läßt man vorn an dem Fahrzeug herab in das Wasser, den Stein aber mittels eines andern Taues hinten. Das Brett nun, wenn es in die Strömung gefallen ist, geht schnell und zieht die Baris, so nennt man nämlich die Fahrzeuge, nach. Der Stein aber, der hinten nachgezogen wird und in der Tiefe geht, lenkt die Fahrt.“

Für den Gebrauch solcher Notanker lassen sich viele weitere Stellen anführen (Hesychius, Lucianus, Isidorus). Auch heute ist der Treibanker aus Spieren, Segeln und Tauwerk eine unserer seefahrenden Bevölkerung ganz geläufige Einrichtung. Ich verweise u. a. auf Luegers Lexikon der gesamten Technik.

Nachdem das Schiff 14 Tage so „vor Top und Takel“ getrieben hat, erkennen die Schiffbrüchigen, daß sie sich dem Lande nähern, und da sie in der Nacht fürchten müssen, auf Klippen zu laufen, so lassen sie sofort vier Anker fallen. Später wollen die Seeleute noch mit Hilfe des Bootes Anker nach vorn ausbringen, vielleicht, um ein Herumschwoien des Schiffes zu verhüten. Denn wenn die Küste nicht weit ab war, so konnte das Schiff dadurch in die Brandung geraten. Die mißtrauischen Passagiere verhindern das allerdings, und so muß alles bis zum andern Morgen an Bord bleiben. Da sieht man, daß das Schiff in einer Bucht mit flachem Sandstrand liegt. Niemand denkt jetzt daran, erst die Anker aufzunehmen. So schnell als möglich wird das Schiff von ihnen frei gemacht, sei es, daß die Ankertaue schlippen gelassen oder gar gekappt werden und man segelt auf den Strand zu.

Bevor ich mich zur Weiterentwicklung des Admiraltätsankers wende,

**Ankerdarstellungen aus dem nachchristlichen Altertum und Mittelalter.**



11. 113 n. Chr., Relief an der Trajanssäule.
12. 200 n. Chr., Wikingschiff von Nydamsmoor.
13. 1066, Teppich von Bayeux, Schiff Wilhelms des Eroberers.
14. 1100
15. 1100 } Miniatur aus der Normannenzeit.
16. 1100
17. 1279, Siegel der Stadt Pampelona.
18. 1350, Freske von Giotto.
19. 1350, Siegel der Stadt Boston.
20. 1350, Französische Chronik im British Museum.
21. 1375, Siegel der Stadt Poole.
22. 1409, Holzschnitt im Stadtmuseum zu Basel.
23. 1417—1430, Wappen des Earl von Exeter und des Sir John Holland.
24. 1430, Miniatur des Rudolf von Ems.
25. 1445
26. 1482 } Holzschnitt des Meisters W. A.
27. 1485 }
28. 1485 }
29. 1490, Hansaschiff „Die goldene Sonne“ in der Marienburg.
30. 1491
31. 1491 } Skizze im „Schatzbehälter“ von Koherger.
32. 1491 }
33. 1500, Stich von Holbein (1520), Lübecker Stadtakten (1530). Holzschnitt.
34. 1587—1653, Holzschnitt im Stadtmuseum zu Basel.

Abb. 11—34.

möchte ich zu den im bisherigen besprochenen Ankerformen zum Vergleiche einige Beispiele aus neuerer Zeit hinzufügen. Es ist eine immer wieder bestätigte Erfahrung, daß gleiche Kulturstufen auch große Übereinstimmung in der Entwicklung ihrer Technik zeigen. So wird es uns nicht wundern, Haken-, Stein- und Holzanker in ganz ähnlicher Ausführung, wie sie von Griechen und Römern beschrieben werden, heute bei Chinesen, Indern, Malayen und Afrikanern zu finden. Abb. 35 bis 41 stellen eine Anzahl solcher Anker dar. Zum Gebrauch auf See ist der Steinanker (Abb. 35) bestimmt. Ein großer Feldstein ist zwischen ein Lattengestell geklemmt. Die Bodenlatten

**Neue Anker aus Ostasien.**

**Überreste eines griechischen Ankers im British Museum.**

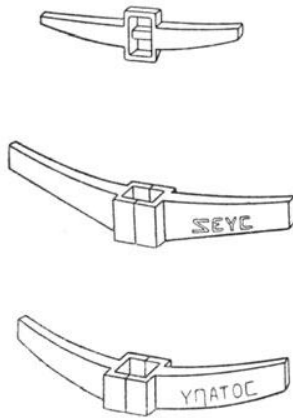
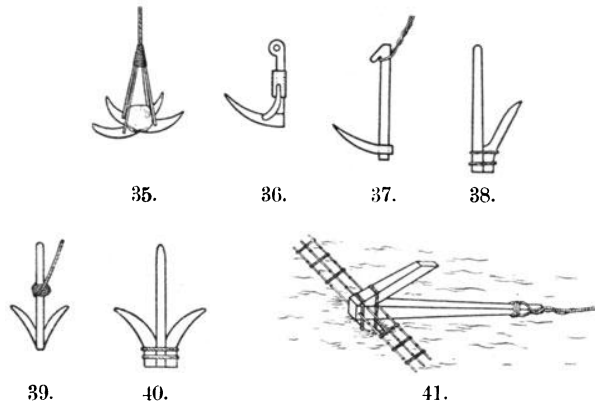


Abb. 11 a, b, c.



- 35. Steinanker von der Koromandelküste.
- 36. Holzanker einer japanischen Djunke.
- 37. Anker von Surabaja.
- 38. Anker von einer chinesischen Djunke.
- 39. Anker von einer Dhau von der Koromandelküste.
- 40. Anker einer chinesischen Kriegsdjunke (1860).
- 41. Anker eines Malaienfahrzeugs.

Abb. 35—41.

bestehen aus zähem Holz, die Stiele sind Rohr. Das ganze ist durch Tauwerk verbunden. Die Holzanker (36—41) werden nicht geworfen, sondern an Land oder in flachem Wasser in den Boden eingesetzt. Die einzelnen Teile der Anker, welche aus zähem Holz gefertigt sind, sind mit Tauwerk oder Weiden- bzw. Rohrgeflecht kunstvoll zusammengehalten. Bei dem Anker Abb. 41 ist sogar ein Stock vorhanden in Gestalt eines Gestelles aus drei Bambusstäben, welche durch Rohrgeflecht verbunden sind.

Bei Cyrene wurden Arme und Stock eines Ankers des Schiffes „Zeus Hypatos“ aus Blei im Gewicht von 600 kg gefunden. Sie stammen etwa aus dem Beginn unserer Zeitrechnung. Der Schaft war wahrscheinlich aus Holz

(Abb. 11 a). Der in vielen neueren Veröffentlichungen zu findende Anker vom „Relief an der Balustrade des Tempels der Athene Nike“ hat sich nie dort gefunden. Der Herausgeber dieses Werkes, Kekule, hat vielmehr auf Seite 12 der „Ergänzungsskizzen“ nur ein Bild gegeben, wie „das zerstörte Feld etwa ausgesehen haben mag“.

Aus dem Jahre 200 n. Chr. ist uns ein eiserner Anker erhalten, welcher in Nydansmoor in Jütland einem germanischen Boot beigegeben war (Abb. 12). Endlich sei noch erwähnt, daß im Beowulfliede mehrfach der Anker erwähnt wird und daß unter dem Tribut, welchen der Russe Oleg vom griechischen Kaiser fordert, sich auch Taue, Segel und Anker befinden.

Für mehr als ein und einhalb Jahrtausend scheint nunmehr Wissenschaft und Technik zu schlafen. Auch die Ankerdarstellungen, die uns seit dem Jahre 1000 häufiger begegnen, entfernen sich nicht weit von jener der Trajanssäule. Die geringen Unterschiede sind wohl kaum auf die geistige Arbeit irgendwelcher Erfinder zurückzuführen, sondern entweder rein aus der stilisierenden Tätigkeit des Zeichners entstanden oder, wo sie wirkliche Verhältnisse darstellen, durch die geringere oder größere Handfertigkeit des Ankerschmieds verursacht.

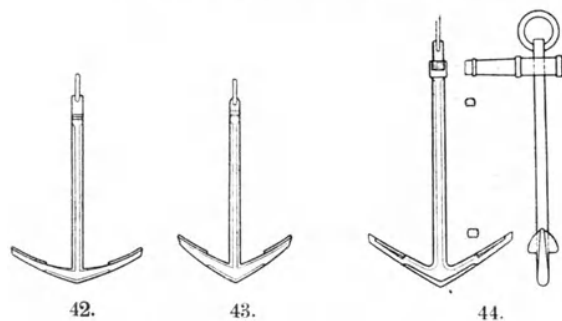
Der Anker der Trajanssäule (11), der Normannenanker aus dem Jahre 1100 (Abb. 16) und der Hansaanker aus dem Jahre 1500 (Abb. 33) zeigen dieselbe pfeilförmige Ausbildung der Schaufeln, bei den Normannenankern 14 und 15 sind dagegen die Arme als plumpe Keulen dargestellt, Abb. 13, 24 und 32 bringen eine herzblattförmige Ausführung der Schaufeln, etwas ungewöhnlich erscheint die Form von 17, 20, 23 und 30, die in den Jahren von 1200 bis 1500 durch eine größere Anzahl Siegel, Holzschnitte und Malereien bezeugt wird. Die überwiegende Mehrzahl der dargestellten Anker sind zweiarmig, einige (Abb. 20, 24) dreiarmig, Abb. 27 und 31 aus dem 15. Jahrhundert endlich vierarmig. Der Stock war bei den älteren Ankern vielleicht starr mit dem Schaft verbunden und aus Eisen, wie der Anker selbst. Bei den Hansaankern 22 und 32 ist er sicher aus Holz.

Die Aufhängung außenbords am Klüverbaum oder einem besonderen Kranbalken wird auf einigen Bildern aus der Zeit um 1500 n. Chr. gezeigt. Bemerkenswert ist die Abbildung in Kohergers Schatzbehälter, auf der ein Schiff vorne einen vierarmigen Anker hängen hat (Abb. 31) und an der Seite einen zweiarmigen Anker führt (Abb. 32). Die Kette dieses letzten ist in eine Klüse gezogen und der Anker vor der Klüse festgezurr. Auf mehreren Bildern des holländischen Malers Breughel (gegen 1570) sind sogar an jeder

Seite des Schiffes je drei Stockanker übereinander in gleicher Weise festgezurt dargestellt.

Die Blütezeit der holländischen und englischen Seefahrt bringt unter Beibehaltung der Grundform der Trajanssäule eine bessere und zweckmäßigere Ausgestaltung der einzelnen Teile des Ankers. Ohne theoretische Grundlagen, rein auf handwerksmäßiger Erfahrung aufgebaut, konnte der Fortschritt in der Formgebung natürlich nur langsam sein. Doch strebt alles ersichtlich einem gemeinsamen Ziel zu. Zu Beginn des 19. Jahrhunderts finden wir bei allen seefahrenden Völkern Europas fast bis ins einzelne gleiche Ankerformen. Der einzige Unterschied zwischen dem in Frankreich gebrauchten Anker (Abb. 43) von dem der holländischen, dänischen und schwe-

Admiralitätsanker um 1800.



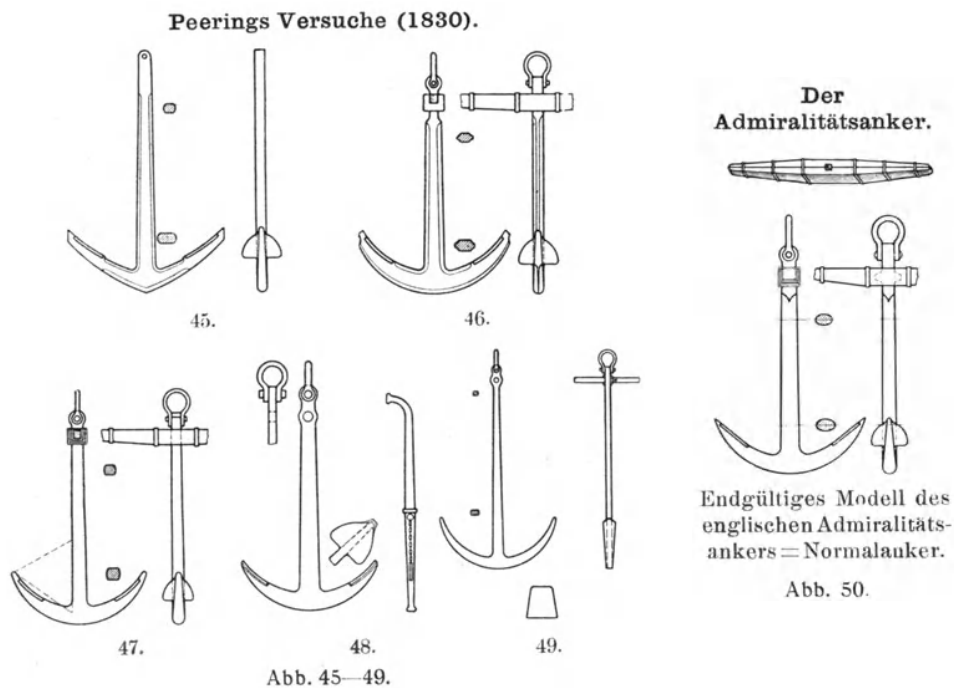
- 42. Schwedischer Admiralitätsanker.
- 43. Französischer Admiralitätsanker.
- 44. Englischer Admiralitätsanker.

Abb. 42—44.

dischen Flotte (Abb. 42) ist der scharfe Winkel an der Kehle, während der englische Anker (Abb. 44) durch einen verhältnismäßig langen Schaft ausgezeichnet ist. Zahlreiche Ankerbrüche veranlaßten im Jahre 1803 die englische Admiralität, Baustoff und Form des bisher gebrauchten Ankers einer eingehenden Prüfung zu unterziehen. Doch dauerte es noch bis zum Jahre 1850, bis die Formen und Abmessungsverhältnisse des „Admiralitätsankers“ endgültig festgelegt waren. Zunächst gestattete die Erfindung des Dampfhammers, das Eisen, welches bisher von Hand bearbeitet war, bedeutend besser durchzuschmieden und auch größere Anker gleichmäßig im Material herzustellen. Später konnte das Schmiedeeisen durch den bedeutend festeren Stahlformguß ersetzt werden. Die Form des Ankers wurde durch den englischen Marinekonstrukteur Peering zuerst dahin verbessert, daß die Arme



stärker gekrümmt wurden (Abb. 45 und 46). Dann wurde nach zahlreichen Versuchen (Abb. 47, 48 und 49) für Schaft und Arme der ovale Querschnitt angenommen und beide Teile bedeutend verstärkt (Abb. 50). Die Spaten wurden an das Ende der Arme gelegt und wesentlich verkleinert, d. h. in ein richtiges Verhältnis zur Stärke des Ankers und zu der von ihm auszuhalten- den Kraft gebracht. Abb. 51 zeigt Querschnitte und Spaten einer Anzahl von Peering verglichener Anker. Abb. 52 endlich zeigt, wie um das Jahr 1850 die Hauptabmessungen der Arme und der Winkel, welchen sie mit dem Schaft bilden, wenigstens bei den Erzeugnissen der europäischen Ankerschmieden nur noch wenig von einander abweichen.



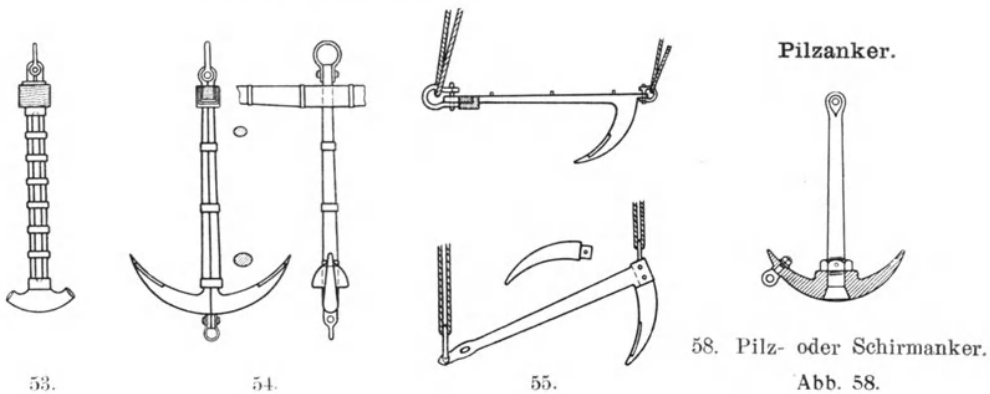
Eine wesentliche Fortbildung erfuhr seitdem von den Teilen des „Normalankers“ nur noch der Stock. Vom Jahre 1500 bis zum Jahre 1850 war der h6lzerne Stock nahezu alleinherrschend gewesen, und es gibt auch heute noch Schiffer mit gro6er seemännischer Erfahrung, die jeden Fortschritt der Neuzeit anerkennen wollen, aber den eisernen Ankerstock glatt ablehnen. Wie einige von ihnen sagen, bricht er leicht beim Auffallen auf den Meeresboden.

Die Anforderungen, welche nach Peering dem Entwurf eines Ankers zugrunde gelegt werden müssen, sind kurz folgende:

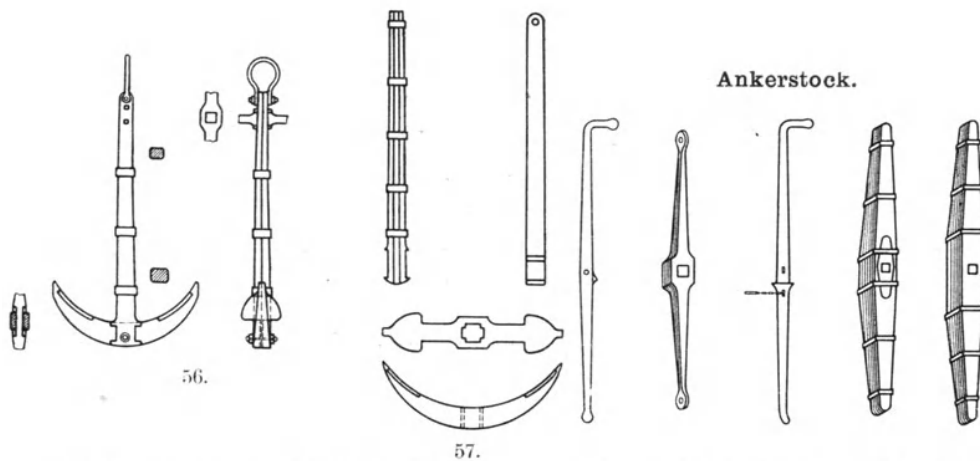


hindurchsteckte (Abb. 57). Von den Erfindungen, welche sich in dieser Richtung bewegen, hat sich nur eine in die Neuzeit gerettet und gerade die, von der man das wenigste erwartete. Der Pilzanker, bei dem der Schaft in den Schirm hineingeschraubt wird (Abb. 58). dient auch heute noch zum Festlegen von Feuerschiffen.

Zerlegung des Ankers.



58. Pilz- oder Schirmanker.  
Abb. 58.



Ankerstock.

53. Teilung des Schaftes in 3 Teile.  
54. Teilung des Ankers in 2 Hälften.  
55. Ansetzen eines Armes.  
56. Teilung des Schaftes in der Armebene.  
57. Teilung des Schaftes in der Armebene.  
59. Ausführungsformen des Stockes.

Abb. 53—57.

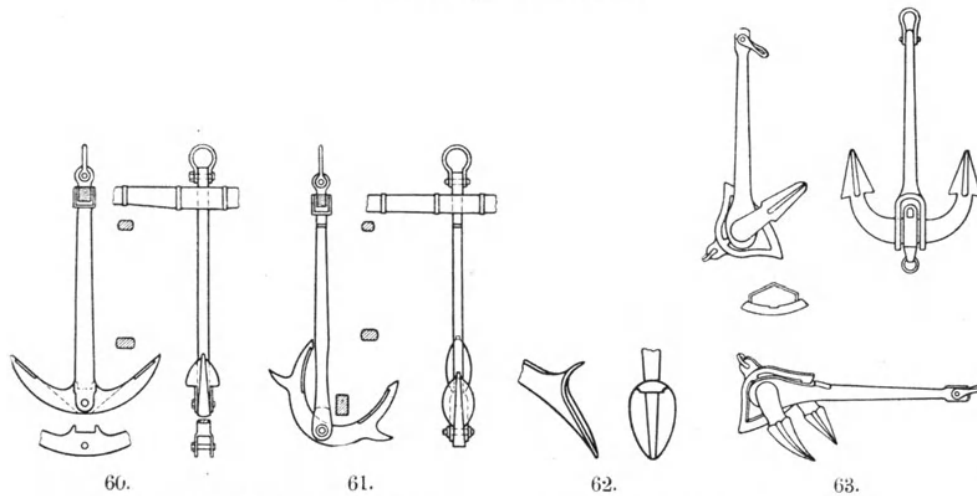
Abb. 59.

Nach der Einführung des eisernen Stockes gelang es bald, die Aufgabe in verhältnismäßig einfacher Weise zu lösen. Der Stock, welcher bisher auf den Schaft gesetzt worden war, wurde nunmehr durch ein Loch im Schaft gesteckt und durch Bund und Splint befestigt. Beim Verstauen braucht nur

diese Verbindung gelöst und der Stock durchgeschoben und seitlich an den Schaft geklappt zu werden (Abb. 59).

Weiteren Versuchen in dieser Richtung wurde durch die Erfindung des stocklosen Ankers ein Ende bereitet. Bei den Bemühungen, den Anker in einzelne Teile zu zerlegen, fand Porter (1846) eine Konstruktion, welche den nachfolgenden Ankerkonstruktoren ganz neue Bahnen wies. Porter ordnete nämlich das Armstück um einen Bolzen drehbar (Abb. 60 und 61) am Schaft an. In der von Trottmann eingeführten Abänderung, daß die Schaufel mit der Hacke auf der Außenseite des Armes aufgeschmiedet wird (Abb. 62), erfreut sich dieser Anker bis zum heutigen Tage weiter Verbreitung. Es war nur noch ein kleiner Schritt, die senkrecht zur Armebene gelegene Drehachse

Die ersten „Patentanker“.



60. 1846, Anker von Porter. 62. Anker von Trottmann.  
61. 1846, Anker von Porter. 63. 1852, Anker von Hawkins.

Abb. 60–63.

in diese selbst hinein zu verlegen. Nun konnte auch der Stock aufgegeben werden. Der eiserne Stock hatte zwar die Verstauung des Ankers an Deck erschwert. Wollte man den Anker jederzeit zum Gebrauch klar haben, so mußte man ihn mit festeingestecktem Stock so legen, daß der Stock außerbords lag. Ebenso machte das Anbordnehmen des Admiraltätsankers, besonders bei schlechtem Wetter, große Umstände. Diese Fragen wurden im Jahre 1852 in fast idealer Weise durch den Hawkinschen Patentanker gelöst. Als Vorzüge seines Systems (Abb. 63) gibt der Erfinder in der Patentschrift an, daß

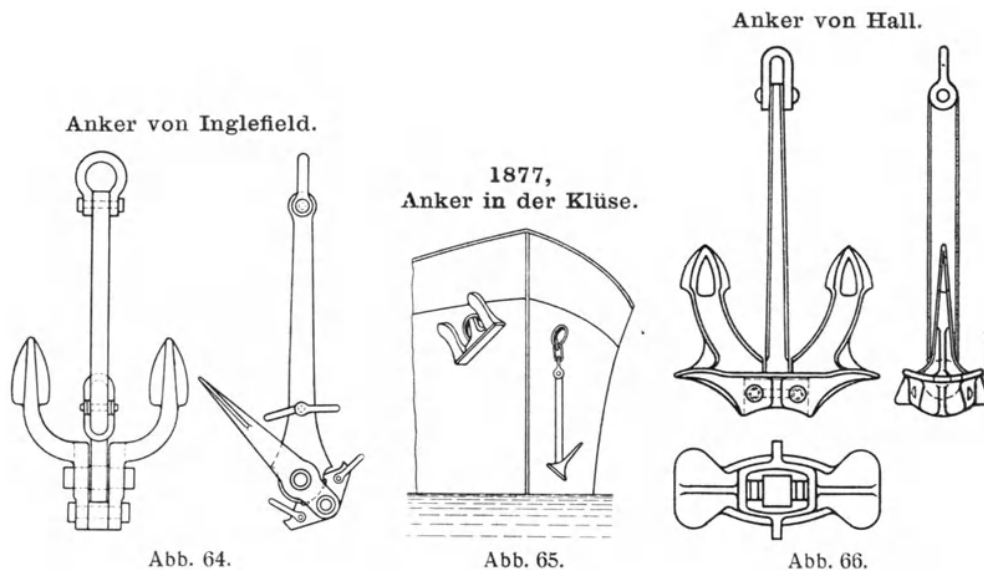
1. beide Arme in den Grund eingreifen, der Anker daher große Haftfestigkeit hat,
2. der Anker keinen Stock notwendig hat, daher
3. die Gefahr des Unklarkommens der Kette vermindert ist und
4. der Anker sich sehr bequem stauen läßt.

Auch könne er beim Anbordnehmen die Schiffswände nicht verletzen, da er sich flach an sie lege. Der Fortfall des Stockes erschien den meisten Schiffsführern zwar noch zu gewagt, und so erlangte zunächst ein „Patentanker“ mit Stock, der von Tyzak, größere Verbreitung. Auch heute noch kann man diesen auf älteren Schiffen finden. Die Anker von Hawkins und seinen unmittelbaren Nachfolgern Martins und Smith (welcher die beiden Arme von einander unabhängig beweglich machte) fielen bald wieder der Vergessenheit anheim. Zu allgemeiner Anerkennung gelangte der stocklose Patentanker erst durch die Bemühungen des Schiffsleutnants Inglefield (Abb. 64). Ein Hauptfehler dieses schönen und vielfach nachgeahmten Ankers sind seine vielen Einzelteile. Trotz des damit verbundenen hohen Preises und sonstiger Unzuträglichkeiten erfreut sich der Inglefieldanker heute weitester Verbreitung.

Das Jahr 1877 brachte eine weitere wichtige Neuerung. Man hatte bisher den Anker entweder an Deck verstaut, oder, wenn man ihn unmittelbar zum Gebrauch bereit haben wollte, wie in alter Zeit außenbords festgezurr. In beiden Fällen verging immer gewisse Zeit, bis der Anker klar zum Fallen war. Auf den Vorschlag von Scott wurde nun der Anker in die passend ausgestaltete Klüse ganz hineingewunden. Solcherart war der Anker jederzeit unmittelbar zum Fallenlassen klar (Abb. 65).

Je weiter sich die Benutzung des Inglefieldankers verbreitete, desto mehr machte sich ein neuer Übelstand des ursprünglichen Inglefieldschen Modells bemerkbar. Infolge des kleinen Kopfes kantete der Anker schlecht, so daß die Flunken den Boden ungenügend faßten und die Schiffe vor Anker zu treiben begannen. Unter Wahrung der bewährten Grundanordnung entwarf daher Hall einen Anker, welcher diese Nachteile des Inglefieldankers vermied und zugleich eine sehr glückliche Vereinfachung brachte. Nach einigen geringfügigen Abänderungen, durch welche die drehenden Teile der Reinigung von Schmutz zugänglich gemacht wurden, stellt der Hallanker eine in jeder Hinsicht zweckmäßige Ankerkonstruktion dar. Im Jahre 1898 wurde er in Anbetracht seiner großen Vorzüge allgemein bei der deutschen Kriegsmarine eingeführt (Abb. 66).

Heute mögen wohl fast 100 verschiedene Patentanker im Handel sein, die sich nur in unwesentlichen Einzelheiten voneinander unterscheiden. Bei einem großen Teil von ihnen bildet der Kopf mit den Armen wie beim Hallanker ein Gußstück. Der Schaft dreht sich in diesem um einen von einem Ende zum andern durchgesteckten Bolzen. Mitunter ist auch der Bolzen im Schaft fest und dreht sich im Kopfe. In beiden Fällen besteht die Gefahr, daß der Bolzen festrostet oder durch Schmutz festgesetzt wird. Das Auseinandernehmen und die Reinigung des Ankers ist jedenfalls ziemlich erschwert. Besser ist die Anordnung von Hall, bei welcher der kurze starke Bolzen von der Seite her in den Kopf eingeschoben wird und dort in besonderen Lagern läuft. Die Seitenöffnung des Kopfes wird durch einen starken Lagerdeckel ver-



schlossen. Andere Erfinder folgen Ingfield und teilen die Arme. Der Achsbolzen geht dann entweder durch Arme und Schaft, und ein besonderer Bolzen verbindet beide Arme noch einmal, so daß sie sich gleichzeitig bewegen (Ingfield), oder Achsbolzen und Schaft bestehen aus einem Stück und die Arme sitzen, gegen Abfallen gesichert, jeder für sich beweglich auf der Achse (Abb. 67), oder die Arme sitzen auf besonderen Platten, die ihrerseits die durch den Schaft gehende Achse fassen (Abb. 68, 69). Es möge noch eine Konstruktion erwähnt werden, bei der die Arme aus einem Stück bestehen, das in glühendem Zustande durch eine Durchbohrung des Schaftes gesteckt wird und erst dann zu seiner richtigen Form ausgeschweißt wird (Abb. 70).

Gegen seitliches Verschieben werden die Arme hier durch einen Bolzen gesichert, der in eine Nut in der Armachse greift.

Einige neuere Patente mögen kurz erwähnt werden. Die Beweglichkeit der Arme soll nach Fellows (1902) durch Kugellager erhöht werden. Zu befürchten ist, daß die Kugellager verschmutzen und den Anker unnötig verteuern und verkomplizieren. Sykes (Abb. 71) ersetzt die Verbindung von

**Verschiedene Formen von Patentankern.**

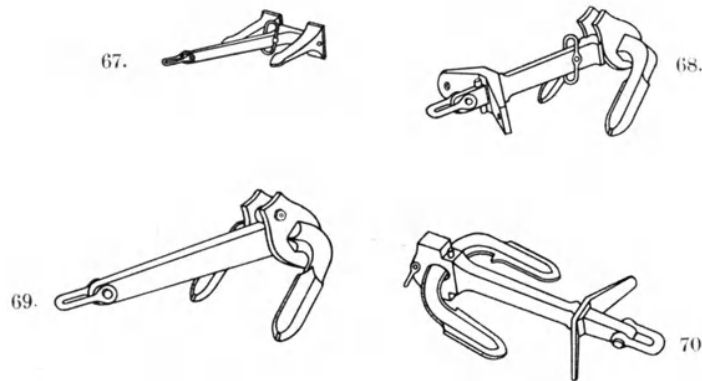


Abb. 67—70.

**Anker von Sykes  
(Britannic).**

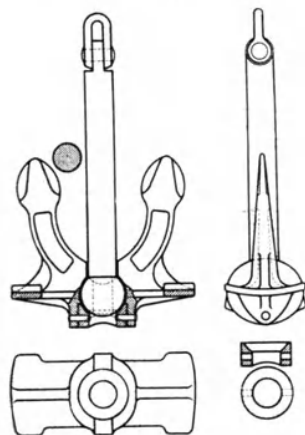


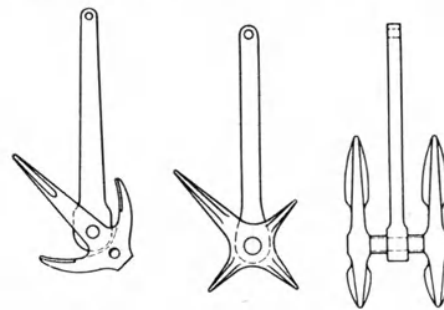
Abb. 71.

**Schirmanker  
mit  
Bodenräumer.**



Abb. 72.

**Verschiedene Formen von Patentankern**



73. 1891, Dreigriffanker von Gruson.  
74. 1916, Anker von Züblin.

Abb. 73, 74.

Schaft und Armen mittels Bolzen durch ein Kugelgelenk. Dadurch wird der Schaft den Armen gegenüber nach jeder Richtung hin beweglich. Der Anker wird viel auf Handelsschiffen gefahren. Fiat (D. R. P. vom Jahre

1911) richtet die Arme und den Stock des Admiraltätsankers zum Heranklappen an den Schaft ein. Die Lagerung an Bord wird dadurch vielleicht bequemer wie die des alten Admiraltätsankers. Das Fallenlassen und Einbringen des Ankers ist dagegen gerade so umständlich, wenn nicht gar noch beschwerlicher. Dem Patentanker wird der Fiatanker kaum gefährlich werden. Endlich hat auch der alte Pilzanker einige Verbesserungen erfahren. Um sein Eindringen in Sandboden zu erleichtern, wird in die Mitte seiner Fläche ein Rohr eingesetzt und durch Druckluft oder Druckwasser der Boden unter der Schirmfläche fortgespült (Abb. 72).

Bei dem Anker von Ritscher (D. R. P. vom Jahre 1889), der sich im übrigen eng an Hall anlehnt, sind die Flügel so verbreitert, daß der Anker gewissermaßen den Übergang zum nächsten Modell, dem Dreigriffanker von Gruson (D. R. P. vom Jahre 1891, Abb. 73), bildet. Bei diesem ist senkrecht zur Achse der Arme auf diese nach jeder Seite ein weiterer Arm mit Schaufel aufgesetzt, der beim Schleppen über Grund ähnlich wie die Flügel des Hallankers faßt, und sich dann in den Boden festsetzt wie die andern Arme. Freilich ist die Haftfestigkeit dieses Armes nicht der der Hauptarme gleich, denn da dieser dritte Arm mit den andern einen Winkel bilden muß, so kann, wenn die Hauptarme zum Schaft im günstigsten Winkel stehen, dieser Arm nur einen ungünstigeren Winkel einnehmen. Zudem hebt der dritte Arm den Vorteil der Patentanker, sich flach an die Schiffswand anzulegen und in die Klüse hineinziehen zu lassen, wieder auf.

Eine große Anzahl Patente beziehen sich auf die Begrenzung des seitlichen Ausschlages der Arme. Der Ausschlagwinkel beträgt bei den modernen Ankern etwa 40 bis 50°. In dieser Stellung werden die Arme entweder durch Bolzen (Abb. 68) oder Anschläge (Abb. 69) oder Paßstücke (Inglefield) oder endlich durch die „Greifer“ am Kopfe festgehalten (Hall, Abb. 66). Auch auf die zweckmäßige Ausgestaltung dieser Greifer ist viel Scharfsinn verwendet worden. Heute hält wohl niemand mehr die Greifer für überflüssig oder gar gefährlich. Bei guter Durchbildung des ganzen Ankergeschirres kann es gar nicht vorkommen, daß der Anker mit den Kanten des Greifers gegen die Bordwände schlägt und diese beschädigt. Sehr geeignet ist die Konstruktion von Hall mit starken Rippen und seitlichen Flügeln am Kopfe. Züblin gibt jedem Arm außer der Schaufel noch drei schaufelähnlich gestaltete Greifer (Abb. 74).

Jeder Patentanker legt sich zunächst, wenn er den Grund berührt, flach. Sowie Zug in die Kette kommt, faßt der Greifer an der zu unterst liegenden



Seite des Ankers. Dadurch drehen sich die Arme um den Greifer und die Spitzen der Schaufeln werden in den Boden gedrückt. Bei weiteren Anziehen hebt sich der Kopf und drückt mit seinem Gewicht auf die Schaufelspitzen, welche sich dadurch weiter eingraben. Durch den auf der Oberseite liegenden Greifer wird der Winkel zwischen den Schaufeln und dem Schaft, in dessen Richtung angenähert die Zugkraft angreift, auf etwa  $45^\circ$  begrenzt. Die Ankerkette hängt nach dem Gesetze der Seilkurve durch, so daß der Schaft und damit die am Anker angreifende Kraft einen verhältnismäßig kleinen Winkel mit der Horizontalen bildet. Für den Fall, daß der Scheitelpunkt der Seilkurve vor den Ankerring fällt, legt sich, nachdem die Arme ganz eingegraben sind, der Schaft flach. Wenn Zug auf den Anker kommt, versucht dieser demnach die vor den Schaufeln liegende Erdmasse wagerecht fort zu schieben. Im Gleichgewichtszustande, d. h. wenn das Schiff festliegt, halten sich der Widerstand des Ankers und die am Schiff angreifende Kraft die Wage. Beim Anker aufnehmen wird zunächst durch Einholen der Kette der Winkel zwischen Ankerschaft und Boden vergrößert. Dadurch wird der ganze Anker um die Achse der Arme gedreht und die Schaufeln im Erdboden gelockert. Je steiler die Kette und damit der Ankerschaft kommt, desto geringer wird die vor den Schaufeln liegende Erdmasse und damit der Widerstand, bis schließlich der Anker vom Boden gelöst wird. Der Widerstand des Ankers gegen Verschiebung wird also in der günstigsten Lage, wenn die Schaufeln ganz eingegraben und der Schaft wagerecht ist, vorwiegend durch die Form der Schaufeln und die zur Schubkraft senkrechte Fläche bedingt. Für die Berechnung der Widerstandskraft des Ankers können offenbar die Fälle, wo der Anker senkrecht hängt, also nur durch sein Gewicht wirkt, und wo er unter Felsen gefaßt hat, also bis zur Bruchgrenze festhalten kann, außer Betracht bleiben. Man kann sich nun vorstellen, daß der Anker die vor seinen Schaufeln liegende Bodenmasse beschleunigen oder aus dem umgebenden Boden herauscheren muß. Die Höhe dieses zu beschleunigenden Erdzylinders ist bei Ankern gleicher Form proportional zur Länge des in den Boden eingedrungenen Teiles der Schaufeln. Wenn diese, wie es bei normalem Ankergrund wohl immer der Fall ist, sich bis zur Achse des Armbolzens eingegraben haben, so ist die Zylinderhöhe demnach der ganzen Länge der Arme, und da bei modernen Ankern die Hauptabmessungen unabhängig vom System in ziemlich gleichem Verhältnis zu einander stehen, ganz allgemein den linearen Abmessungen des Ankers proportional. Hieraus folgt wieder, daß die Maße dieses Erdzylinders für ähnliche Anker im kubischen Verhältnis zu den

linearen Abmessungen und demnach in geradem Verhältnis zum Volumen und Gewicht stehen muß. In Wirklichkeit wächst, wie durch zahlreiche Versuche bestätigt worden ist, die Haltefähigkeit mit der 2,7. Potenz.

In Abb. 75 bedeutet  $S$  den Zug des Schiffes,  $A$  den Widerstand des Ankers. Beide Kräfte greifen an der Ankerkette an. Diese hängt in einer je nach der Größe des Kräftepaars mehr oder minder flachen Seilkurve durch. Die Spannung in der Kette ist offenbar nicht die Ursache, sondern die Folge des Kräftepaars. Die Kraft, mit der der Anker auf seitliche Verschiebung beansprucht wird, muß genau gleich dem Zuge des Schiffes sein. Dieser Zug wiederum wird durch auf die Schiffsoberfläche einwirkende Strömung

#### Kräfte an der Ankerkette.

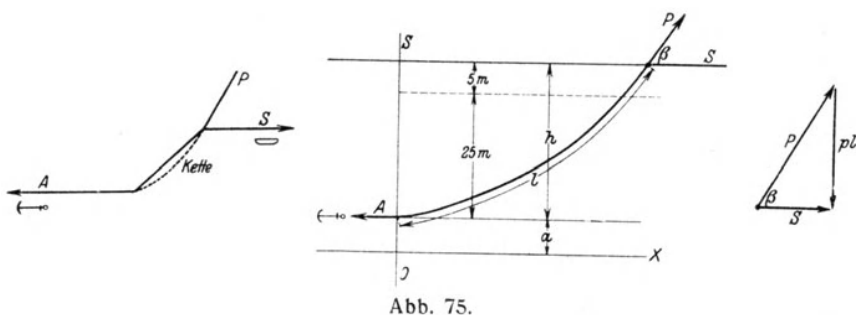


Abb. 75.

und Wind hervorgerufen und muß demnach in bestimmtem Verhältnis zu der Strömungs- und Windgeschwindigkeit und der Größe der davon getroffenen Flächen des Schiffes stehen. In der Praxis begnügt man sich, da man über eine bestimmte Ankergröße einerseits aus betriebstechnischen Gründen nicht hinausgehen kann, andererseits Wind- und Strömungsdruck auch nur mit „mittleren Werten“ in die Rechnung einführen kann, von jeder Rechnung abzusehen, und die erforderlichen Ankergrößen aus Tabellen zu entnehmen. Diese Tabellen, wie sie von den einzelnen Schiffsklassifikationsgesellschaften und Marinebehörden aufgestellt worden sind, geben einfach für die Größe eines Schiffes in Tonnen-Deplazement das erforderliche Ankergewicht in Kilogramm.

Damit die Schubkraft horizontal auf den Anker einwirken kann, muß der Schaft auf dem Boden aufliegen, der Scheitelpunkt der Seilkurve, in welcher die Kette durchhängt, also vor den Ankerring fallen. Die Frage ist, wieviel Kette bei einer bestimmten Wassertiefe und Zug des Schiffes ausgesteckt werden muß, damit diese Bedingung erfüllt wird.

Würde der Scheitelpunkt der Kurve gerade in den Ankerring fallen, so

würde bei jedem weiteren Zug in der Kette, etwa durch eine Welle, der Schaft des Ankers gehoben und dieser gelockert werden. Ist die Kette aber lang genug, so wirkt sie als elastischer Puffer zwischen Anker und Schiff. Erst muß die Kette gehoben werden, und die hierzu nötige Kraft wird um so größer, je gestreckter die Kette ist. Je schwerer die Kette ist, desto leichter kann aus diesem Grunde sogar, wenigstens bis zu einem gewissen Grade, der Anker sein. Je mehr Kette ausgegeben ist, desto schneller wird der Anker im Grunde fassen und desto weniger das Schiff treiben. Allerdings ist dem Schiff auch bei Änderung der Wind- und Strömungsrichtung desto größerer Spielraum zum Herumschwoien gegeben. Eine weitverbreitete Seemannsregel sagt daher, daß man dreimal die Tiefe an Kette ausgeben soll. Bei 20 m (von der Klüse bis zum Grund) wird man also 60 m Kette geben.

Es soll bezeichnen:

D = Displacement in Tonnen.

d = Stärke der Kette in mm.

p = Gewicht der Kette in kg/m.

P = Zug in der Kette.

S = Zug des Schiffes,

A = Haftfestigkeit des Ankers

L = Länge der Kette.

l = Länge der Seilkurve vom Scheitelpunkt bis zur Klüse,

$\beta$  = Winkel zwischen Kette und Wasserfläche an der Klüse gemessen,

h = Höhe von Klüse bis Grund,

a = Parameter der Seilkurve.

Die Ableitung der einzelnen Formeln kann hier übergangen werden. Sie folgen aus der Gleichung der Seilkurve. Für diese ist insbesondere:

$$y = h + a = \sqrt{l^2 + a^2}$$

$$a = \frac{l^2 - h^2}{2h}$$

$$1) \quad P = p \cdot y = p(a + h) = p \cdot \frac{l^2 - h^2}{2h}$$

$$2) \quad S = p \cdot a = p \cdot \frac{l^2 - h^2}{2h}$$

$$3) \quad \frac{S}{P} = \cos \beta = \frac{l^2 - h^2}{l^2 + h^2}$$

Es sei ein Schiff von 10 000 t gegeben. Gewicht des Ankers 7200 kg. Wassertiefe 20 m, Höhe der Klüse über Wasser 5 m, Ankerkette berechnet sich aus der Formel  $d = 3.25 \sqrt[3]{D}$  zu 71 mm Stärke. Eine solche Kette

hat ein Gewicht von  $p = 108 \text{ kg/m}$ , Elastizitätsgrenze  $123\,000 \text{ kg}$  und Bruchgrenze von  $188\,000 \text{ kg}$ . Von der Kette seien  $3 \times 25 \text{ m} = 75 \text{ m}$  ausgegeben.

Für  $123\,000 \text{ kg}$ , der größten zulässigen Belastung der Kette wird  $l = 248 \text{ m}$ . Das ist bedeutend mehr, als nach der Annahme an Kette ausgegeben ist. Demnach ist bei dem größten zulässigen Zuge in der Kette der Schaft des Ankers schon gehoben. Die Haftfestigkeit eines Admiraltätsankers von  $7200 \text{ t}$  beträgt rund  $105\,000 \text{ kg}$ . Der Zug im Schiffe, welcher die Spannung  $P$  in der Kette hervorruft, berechnet sich aus Formel 2 zu  $S = 110\,000 \text{ kg}$ . Da nun Schiffszug und Ankerwiderstand im Gleichgewicht zueinander stehen müssen, so folgt daraus, daß (falls der Anker nicht etwa hinter Felsen gefaßt hat) der Anker sich vom Boden zu lösen beginnen muß, bevor die Kette bis zur äußersten Grenze belastet wird.

Umgekehrt kann man auch für die Bedingung, daß noch etwas Kette vor dem Anker auf dem Boden liegen soll, den höchst zulässigen Zug ermitteln. Im vorliegenden Beispiel würde z. B. der Zug des Schiffes  $10\,000 \text{ kg}$  nicht übersteigen dürfen. Dem entspricht bei einem Schiffe von  $10\,000 \text{ t}$  eine Eigengeschwindigkeit von etwa  $7,5$  Seemeilen in der Stunde oder  $4 \text{ m}$  in der Sekunde\*), während die Grenzlast der Kette etwa bei gleichmäßigem Zuge von  $17$  Seemeilen erreicht werden würde. Da aber Stöße, wie sie z. B. durch den Wellengang verursacht werden, die Kette in ganz unberechenbarere Weise anstrengen, so würde für das vorliegende Beispiel schon bei wesentlich geringerer Trift, etwa bei  $10$  Seemeilen, ein zweiter Anker auszubringen sein. Nur wenn die Kette genügend weit durchhängt, kann sie die Stöße elastisch aufnehmen. Umgekehrt hat die Erfahrung gelehrt, daß bei dem Versuche, ein solches Schiff bei einer Eigengeschwindigkeit von  $10$  Seemeilen etwa durch den Anker in der Fahrt aufhalten zu wollen, regelmäßig entweder die Ketten brechen oder der Anker treibt. Die Kriegsmarine gibt dem durch die allgemeine Anweisung Ausdruck, daß größere Schiffe nur durch Schraubenmanöver zu halten sind.

Die Haftfestigkeit guter Admiraltätsanker beträgt erfahrungsgemäß das 12- bis 15fache ihres Eigengewichtes. Dieser Kraft muß die Festigkeit in den am stärksten beanspruchten Querschnitten entsprechen. Bei Zug in der Ankerkette wird der Arm, welcher im Boden eingreift, auf Biegung beansprucht, und zwar liegt der Druckmittelpunkt angenähert im Schwerpunkt der Schaufel. Das Biegemoment  $P \cdot l$  ist demnach angenähert eine Funktion

\*) Das dürfte die höchste natürliche Strömungsgeschwindigkeit sein.

vierten Grades der linearen Abmessungen, während das Widerstandsmoment des gefährdeten Querschnittes  $W \cdot \sigma_b$  eine Funktion dritten Grades derselben ist. Für zwei Anker gleicher Form gelten also die Gleichungen:

$$1) P_1 b_1 : P_2 \cdot b_2 = W_1 \cdot \sigma_1 : W_2 \cdot \sigma_2$$

$$2) \frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{P_1 b_1}{P_2 b_2} \cdot \frac{W_2}{W_1}$$

Die spezifischen Querschnittsbelastungen verhalten sich also wie die linearen Abmessungen zu einander. Wenn ein Anker unter Beibehaltung seiner Maßverhältnisse, z. B. auf das 10 fache seines Gewichtes vergrößert wird, so steigen die linearen Abmessungen und mit ihnen die spezifische Belastung in den gefährdeten Querschnitten um das  $\sqrt[3]{10}$  gleich 2,15 fache. Bei Annahme einer 10 fachen Sicherheit für einen Anker von 1000 kg Gewicht würde die Vergrößerung auf 10 000 kg ein Sinken des Sicherheitsfaktors auf 5 bedeuten. Tatsächlich ist in den Grenzen von 1000 bis etwa 10 000 kg Gewicht, welche für unsere Seedampfer in Betracht kommen, der Einfluß dieser Verhältnisse so gering, daß er durch kleine und die altbewährte Form so gut wie gar nicht verändernde Verstärkungen der gefährdeten Querschnitte vollständig ausgeglichen werden kann.

Für die Patentanker gilt im allgemeinen das gleiche, wie für die Normalanker. Nur ist bei ihnen, wie langjährige Erfahrung und zahlreiche Versuche gezeigt haben, die auf das Gewicht bezogene Haftfestigkeit um ein Viertel bis ein Fünftel kleiner wie bei gleich schweren Normalankern, und es dauert länger, bis sie im Boden fassen. Während der Normalanker durch den Stock in solcher Lage auf den Grund gesetzt wird, daß er durch sein eigenes Gewicht den unteren Arm eindrückt, müssen beim Patentanker die Arme erst durch einen auf die Ankerkette ausgeübten Zug herumgeschlagen und durch weiteren Zug in den Boden eingepreßt werden. Auch kann den Armen des Normalankers, die immer in der gleichen Lage in den Boden eingreifen, die ein für alle Mal günstigste Form gegeben werden. Die Arme des Patentankers, welche nach beiden Seiten des Schaftes schwingen müssen, müssen auch nach jeder Seite gleich gut eingreifen, und deshalb gerade sein. Auch die Sicherheit, mit der der Anker bei jedem Wetter hält, ist beim Normalanker größer. Verdrehen des Ankers, Stöße und Schwingungen beeinflussen die Haftsicherheit des Normalankers weit weniger. Man hat zwar versucht, den Patentanker dadurch unabhängiger vom Schaft zu machen, daß man den Schaft statt mit Bolzen mit einem Kugelgelenk einsetzt.

Man hat auch elastische Stopper, federnde Zwischenstücke usw. in die Kette eingefügt. und mit diesen Einrichtungen ganz gute Ergebnisse erzielt.

Das ideale Ziel, Vereinigung der Sicherheit in der Wirkung des Normalankers mit der Bequemlichkeit in der Handhabung des Patentankers, ist jedoch zurzeit noch nicht erreicht. Ein Fingerzeig für weitere Untersuchungen dürfte vielleicht in dem liegen, was über die Ketten gesagt wurde. Auch die Gedanken von Züblin und Gruson scheinen ausbaufähig. Das Kugelgelenk von Sykes hat seine Brauchbarkeit schon erwiesen. Aus der Dissertation von Tillmann (Anker und Ankerketten im Seeschiffsbetrieb) sind einige Vorschläge zur Weiterentwicklung der Form des Hallankers beachtenswert (Zurückbiegen der Armspitzen zur Schaftebene, um die seitliche Verlagerung des Druckmittelpunktes der Reaktion zu verringern. Verkürzung des Schaftes).

### **Erörterung.**

Herr Geheimer Regierungsrat Professor Dr.-Ing. Busley:

Königliche Hoheit! Meine Herren, ich möchte in den sehr beachtenswerten Ausführungen von Herrn Dr. Moll nur einige Zahlen berichtigen.

Herr Dr. Moll sagt auf Seite 357, daß die ältesten Darstellungen von Seeschiffen in den Flachreliefs der Grabpyramide des Königs Sahu-re enthalten sind und aus dem Jahre 2600 v. Chr. stammen, was man bis vor kurzem allgemein angenommen hat. Die neuesten Forschungen haben indessen gezeigt, daß sie viel weiter zurück zu datieren sind, und zwar bis zum Jahre 3300 v. Chr.

Auf Seite 358 sagt Herr Dr. Moll, daß zur Zeit Ciceros, der im letzten Jahrhundert vor Chr. lebte, die Seeschiffe im allgemeinen nicht mehr als 50 t Verdrängung gehabt hätten. Diese Angabe ist lateinischen Schriftstellern entnommen, die sie aber nur gelten lassen wollten für Schiffe, welche den Tiber aufwärts bis Rom gingen. Die damaligen Seeschiffe waren weit größer, denn schon die griechischen Trieren, die im 5. und 4. Jahrhundert v. Chr. gebaut wurden — es waren Kriegsruderschiffe —, hatten eine Verdrängung von 90 bis 120 t. Die Segelschiffe jener Zeit, haben, wie schon viel früher die phönizischen, ganz sicherlich eine weit größere Verdrängung gehabt.

Ich widerspreche damit auch Herrn Dr. Moll insofern, als die Trieren nicht größer gewesen wären, wie unsere Fischerboote. Die Trieren hatten eine durchschnittliche Länge von 36 m, waren also weit länger wie die gewöhnlichen Fischerboote, abgesehen natürlich von Fischdampfern.

Herr Dipl.-Ing. Hein, Oberingenieur der Akt.-Ges. „Weser“, Bremen:

Königliche Hoheit! Meine Herren! Anknüpfend an die von dem Herrn Vortragenden auf Seite 368 aufgestellten Bedingungen, welche ein guter Anker erfüllen muß, möchte ich hinter Nr. 3 die Bedingung dazwischengesetzt wissen: der Anker muß ständig im guten Eingriff bleiben, auch wenn der Anker nachgibt, ferner auch wenn der Kettenzug ruckweise

und mit veränderlicher Richtung auftritt. Diese Bedingung scheint überflüssig zu sein, denn ein Anker soll im allgemeinen, wenn er einmal gefaßt hat, halten. Die Erfahrung lehrt aber, daß doch Fälle vorkommen, wo die Zugkraft in der Kette so groß wird, daß der Anker doch nachgibt und ein Stück mitgerissen wird. Besonders tritt dieser Fall

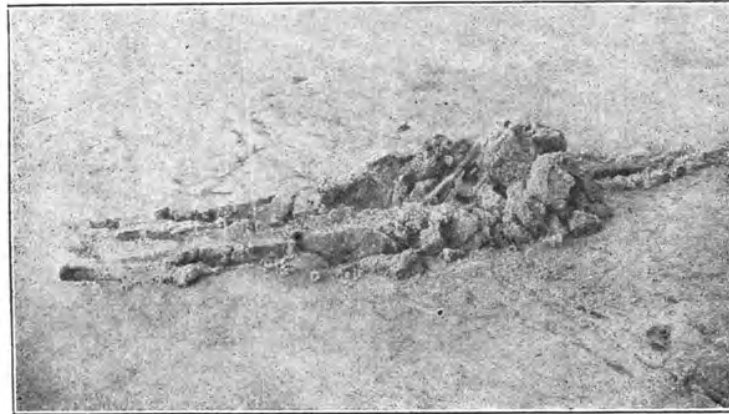


Abb. 76.

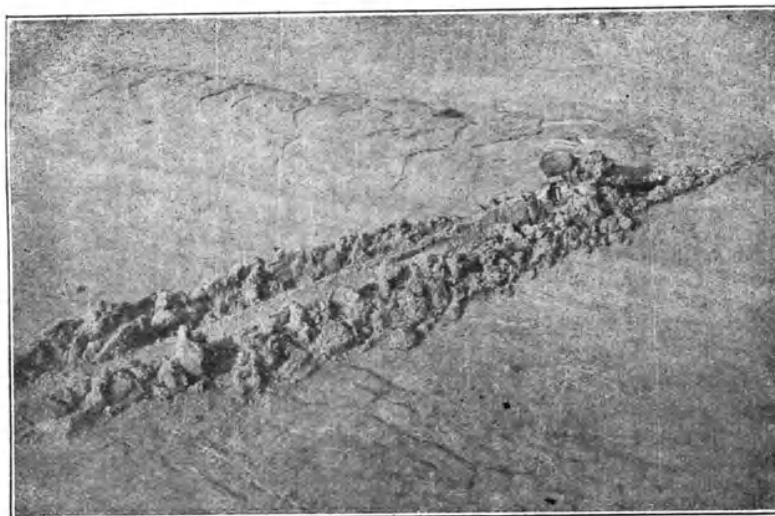


Abb. 77.

von hoher Beanspruchung dann auf, wenn ein Schiff im starken Strome liegt und gleichzeitig starker Seitenwind auftritt und das Schiff zum Scheren kommt. Der Zug wird dann unermesslich groß, und der Anker wird, falls die Kette hält, ein Stück mitgerissen.

Weiter ist auf Seite 379 gesagt, daß die Sicherheit, mit der ein Anker bei jedem Wetter hält, beim Stockanker größer ist als beim stocklosen Anker und daß ersterer durch

Verdrehen der Kette und Stöße weniger beeinflusst wird. Dies ist eine ganz allgemein bekannte Tatsache bei allen Reedern, Kapitänen und Seglern. Aus diesem Grunde wurden auf Segelschiffen bisher nur Stockanker verwendet, auch geben verschiedene Dampfer-Reedereien ihren Schiffen, welche häufig auf offenen Reeden ankern müssen, immer einen Stockanker mit, und zwar meistens einen Trotmann-Anker.

Vor etwa zwei Jahren habe ich selbst Versuche mit verschiedenen Ankermodellen gemacht und dabei besonders das bekannte Umkanten der stocklosen Anker untersucht. Nachdem es mir gelungen war, eine Ankerkonstruktion zu finden, welche diesen Übelstand nicht besitzt, wurden im Frühjahr 1916 mit Unterstützung seitens der Akt.-Ges. „Weser“ und unter besonderer Begünstigung durch den Nordd. Lloyd weitere Ankerversuche in Gegenwart von Vertretern der größten Reedereien und der Seberufsgenossenschaft vorgenommen. Auch bei diesen Versuchen zeigten die gebräuchlichen stocklosen Anker die Eigen-

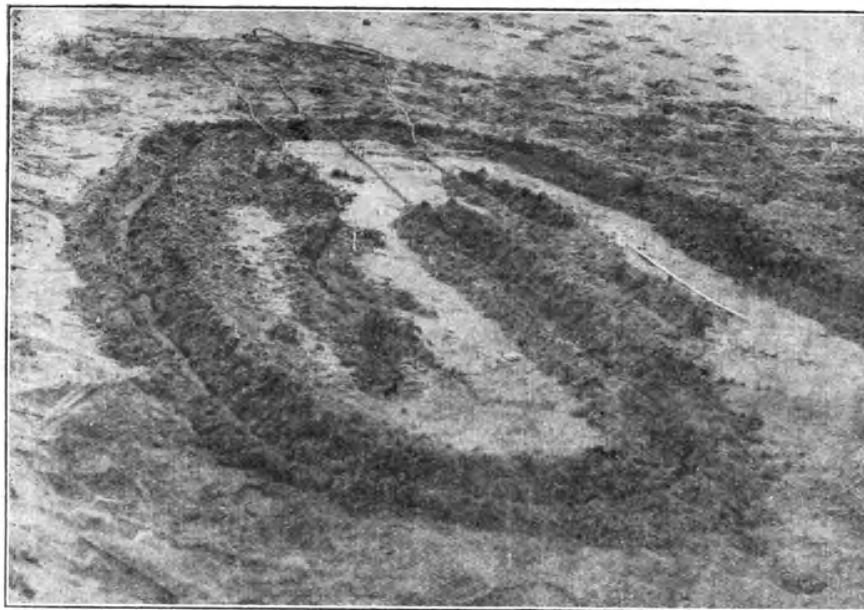


Abb. 78.

schaft, daß, wenn sie bei übermäßig starkem Kettenzug ein Stück durch den Grund gerissen werden, einseitig herauskanten und vollständig ihren Eingriff verlieren. Durch Betrachtung der Gleichgewichtsverhältnisse kommt man zu dem Schluß, daß diese Anker kanten müssen, weil sie keine Organe besitzen, welche sie beim Auftreten einseitiger Kräfte am Herauskanthen verhindern können. Ein stockloser Anker wird, wenn er im Eingriff ist, durch den Druck auf der oberen Seite der Hände heruntergedrückt. Die Gegenkraft bildet dabei in der Hauptsache der Schaft. Zwei gleiche auf die Hände wirkende Parallelkräfte werden demgemäß durch eine zwischen diesen liegende Mittelkraft im Gleichgewicht gehalten. Die geringste einseitige Belastung dieses Systems, hervorgerufen durch Schräglage des Ankergrundes, durch ungleichen Boden, oder durch eine Unsymmetrie des Ankers, wird ein Drehmoment erzeugen, vermöge dessen sich eine Hand tiefer eingräbt als die andere, und der Anker wird sich, eine Schraubenlinie um den Schaft als Achse bildend, einseitig herausdrehen.



Beim Stockanker liegen die Verhältnisse wesentlich anders und günstiger. Es können auf die eine Hand, welche im Eingriff ist, nur ganz unwesentliche einseitige Kräfte einwirken. Außerdem bildet der quer aufliegende lange Stock eine sichere Stütze gegen seitliches Umkanten.

Durch drei Lichtbilder und einen kurzen Film möchte ich jetzt zur Veranschaulichung bringen, wie sich verschiedene Anker verhalten, wenn sie gewaltsam durch den Grund gerissen werden.

Abb. 76 zeigt einen Hall-Anker, wie er im guten Eingriff ist. Man sieht, daß der von den Händen aufgebrochene Erdboden den ganzen Kopf des Ankers überdeckt.

Abb. 77 zeigt denselben Anker, nachdem er ein Stück gewaltsam mit fortgerissen ist. Es zeigt sich, daß eine Hand sich tiefer eingegraben hat, der Anker eine Drehung ausführt und einseitig herauskanten will.

Abb. 78 zeigt, wie sich drei verschiedene stocklose Anker beim Durchreißen durch den Grund verhalten. a ist die Zugfurche eines Hall-Ankers, b diejenige eines Tyzack-Ankers. Man erkennt, daß diese Anker einmal umgekatet waren und in der Endstellung im Begriff sind, wieder herauszudrehen. Die lange ringförmige Furche c zeigt die Reißfurche des von mir konstruierten Gruson-Hein-Ankers, bei welchem Kopf und Hände so geformt sind, daß der Anker gegen Herauskaften gesichert ist. Die beiden Anker a und b werden bei Überbeanspruchung sozusagen als Fremdkörper ausgestoßen, während der Anker c ebenso, wie es jeder Stockanker in demselben Falle tun würde, unter Beibehaltung eines gleichen Zugwiderstandes, sich einen Weg in dem Ankergrunde bahnt. Dieselben Vorgänge werde ich jetzt durch einen kurzen Film veranschaulichen, und zwar zeigt die Aufnahme zwei der gebräuchlichsten stocklosen Anker, ferner einen Stockanker, und zuletzt den bereits vorhin erwähnten stocklosen Gruson-Hein-Anker. Man sieht, wie die gebräuchlichen stocklosen Anker, wenn sie nachgeben, herauskanten, während der Gruson-Hein-Anker und der Stockanker ständig im Eingriff bleiben, obwohl sie ruckweise und mit veränderlicher Zugrichtung gezogen wurden.

Ich möchte zum Schluß noch bemerken, daß diese vorgeführten Zustände selbstverständlich Ausnahmefälle darstellen. Aber es sind Fälle, welche beim Zusammentreffen mehrerer ungünstiger Umstände eintreten können und auf welche es in der Praxis am meisten ankommt. (Lebhafter Beifall.)

Herr Dr.-Ing. Moll (Schlußwort):

Königliche Hoheit! Meine Herren! Die Berichtigungen von Herrn Geheimrat Busley erkenne ich ohne weiteres an. Die alte Literatur ist in bezug auf Technik, im besonderen auf die des Schiffbaus, noch immer nicht ganz durchforscht, und jeder Tag bringt uns neue Erkenntnisse. Gerade in bezug auf den Schiffbau der Griechen und Römer, besonders ihrer Trieren, hat ja Herr Geheimrat selbst außerordentlich wertvolle Arbeiten geleistet. Ich möchte diese Gelegenheit benutzen, einen andern Punkt zu berühren. Ein Gebiet, welches noch weniger als der griechisch-römische Schiffbau geklärt ist, auf dem sogar noch fast alles zu tun ist, ist der deutsche Schiffbau der älteren Zeit, bis etwa zur Blütezeit der Hansa. In meinem Vortrage über Anker habe ich mit Absicht aus den deutschen Quellen wenig gebracht, da infolge der weitverstreuten Einzelangaben es bisher nicht möglich gewesen ist, diese Quellen genügend genau durchzuarbeiten. Ich hoffe jedoch bald in der Lage zu sein, zur Geschichte des älteren deutschen Schiffbaus, die für uns zweifellos ihren großen Wert hat, genauere Angaben machen zu können.

Auch zu den Ausführungen meines Herrn Vorredners habe ich wenig oder gar nichts hinzuzufügen. Es hieße das nur ihren Wert und die Bedeutung der prachtvollen Lichtbilder und Laufbildaufnahmen abschwächen. Auf Maßnahmen zur Sicherung gegen stoß-

weise Belastung habe ich meines Wissens hingewiesen, und zwar habe ich auf die Kette als Mittel, solche Stöße elastisch aufzufangen, hingedeutet. Der Herr Vorredner hat einen andern Weg bearbeitet, und wie es nach den Bildern scheint, mit großem Erfolge. Es ist doppelt erfreulich, daß demnach auf diesem kleinen, aber darum doch so wichtigen Gebiete der Technik, welches naturgemäß lange Zeit vor allem jenseits der Nordsee bearbeitet wurde, jetzt deutsche Wissenschaft die Initiative ergriffen hat, und auch sofort mit wichtigen und wertvollen Fortschritten ihre Arbeit einleitet. Ich kann nur mit dem Wunsche und der Hoffnung schließen, daß es im deutschen Schiffbau so bleiben möge.

Der Ehrenvorsitzende, Seine Königliche Hoheit Großherzog Friedrich-August von Oldenburg:

Herr Dr. Moll hat uns eine sehr gründliche Entwicklungsgeschichte des Ankers und vor allem die Entwicklung des lange Jahre fast ausschließlich benutzten Admiraltätsankers gegeben. Sehr bemerkenswert sind seine Ausführungen zu den Patentankern, wie sie heute allgemein verwendet werden. Für die übersichtliche Zusammenstellung des gesamten Stoffes spreche ich dem Herrn Vortragenden unseren Dank aus, und hoffe, daß dieser Vortrag zu weiteren Versuchen über Anker und besonders zu einer eingehenden Besprechung des ganzen Ankergeschirres Anlaß geben wird. (Beifall.)

---

# XIII. Neue Grundlagen für die theoretische und experimentelle Behandlung des Propellerproblems.

Von Dr. Ing. *Föttinger*,

„Verachtet mir die Meister nicht  
Und ehrt mir ihre Kunst.“

Die Meistersinger von Nürnberg  
3. Aufzug, 5. Szene.

M. H.! Den Grundton unserer Darlegungen soll Hans Sachsens Wort kennzeichnen: „Verachtet mir die Meister nicht und ehrt mir ihre Kunst“, die Meister beider Gebiete, der mathematischen Hydrodynamik und der konstruktiv-experimentellen Praxis! Beide verfügen über Meisterwerke von ungeahnter Fruchtbarkeit.

Zwischen ihnen wollen wir helfen Brücken bauen und die Berge des Irrtums und der Unklarheit niederreißen, die an der Grenze beider Gebiete den freien, durchdringenden Blick behindern!

M. H., den Mut, über ein so ungeheuer schwieriges und vielleicht undankbares Gebiet Zusammenfassendes zu sagen und dabei die Grundlagen einer neuen Theorie vorzuschlagen, ihn und wohl eine gewisse Berechtigung dazu schöpfe ich aus drei Quellen:

Zunächst aus eigener 17-jähriger Spezialpraxis an den größten Werften, aus jahrzehntelanger *B e o b a c h t u n g* und ihrem Vergleich mit den Ergebnissen der Hydrodynamik;

zum zweiten aus manchen Erfolgen eigener Anschauungen und Rechnungen bei hydraulischen Maschinen, Propellern sowohl wie Zentrifugalpumpen und Transformatoren, in der *Entwicklungszeit* der Turbinenschiffe, wo es galt, Vorbilder zu schaffen, nicht Vorbilder nachzuahmen oder abzuändern. Die Erfahrung hat seitdem auch gezeigt, daß diese Ideen und Rechnungen der offiziellen Praxis und Literatur weit vorauseilten und eine gewisse Urheberschaft und Priorität begründeten;

zum dritten aus meinen zwar hoffnungsfrohen, aber durchaus nüchternen Erwartungen von höherer Propellertheorie überhaupt. Hier, wo vielfach eine grandiose Unwissenheit und Oberflächlichkeit dem andern Gebiet gegenüber jene Selbstüberhebung und Verachtung geboren hat, der wir unser Geleitwort entgegengerufen haben, hier müssen wir einen Augenblick verweilen.

### Allgemeines über Grenzen und Mög'ichkeiten der Theorie.

Auf der Flugwissenschaftler-Versammlung in Dresden 1914 sagte mir ein hervorragender, nicht nur mathematisch, sondern auch physikalisch erfolgreicher Hydrodynamiker scherzend, „er ärgere sich oft, daß die Praktiker mit ihren Wald- und Wiesen-Theorien ebensogute Propeller bauen als die Hydrodynamiker mit den höchsten Theorien“. Dieses ehrliche Scherzwort beleuchtet scharf die Sachlage, und wir wollen versuchen, auch von dieser durchaus nicht zufälligen Erscheinung eine „Theorie“ zu geben.

Eine typische Erscheinung auf dem Wasser- und Luftpropellergebiet sind die unzähligen Sondertheorien und vermeintlichen Erfindungen; sie sind der Maßstab für die Unklarheit und vielfach vorhandene Fehlerhaftigkeit der Grundanschauungen.

Fragt man z. B. die betreffenden Urheber nach der Gestaltung des Schraubenzustroms oder -Abstroms, ob vor der Schraube schon eine Axialbeschleunigung und ein Drall, ob hinter ihr eine zentrifugale oder zentripetale Beschleunigung eintrete, ob der „Strahl“ scharf begrenzt, homogen oder inhomogen sei, so erhält man vielfach keine, oft eine physikalisch unmögliche Antwort. Hier war nun vor 15 Jahren der Hebel anzusetzen und vor allem eine die Erscheinungen weitgehend erklärende, physikalisch richtige und rechnerisch einigermaßen verwertbare Vorstellung zu schaffen. Auf solcher Basis konnte man jederzeit an den Einzelrechnungen, schrittweise schätzend und rechnend, jene Korrekturen und Verfeinerungen anbringen, die dem Aufbau einer konvergenten Reihe in der Mathematik entsprechen. Je enger die Grundvorstellung sich dem Bilde der Wirklichkeit anschließt, um so geringere Korrekturen und schnellere Konvergenz treten ein.

Das erste Glied dieser Reihe wird immer bei den Turbinen die Stromfadentheorie, bei den Propellern eine Ähnlichkeitsrechnung bleiben; sie sind dem vielgehetzten und mit Verantwortungen überhäufteten Konstrukteur oder Oberingenieur stets die erste Hilfe; eine gesunde Strahl- oder Flü-

gelblattheorie, je nach Geschmack, dürfte dann die zweite Annäherung ergeben. Der über hydraulische Beobachtungen verfügende, physikalisch denkende Konstrukteur wird nun dem zweiten Bilde Ergänzungen, Korrekturen anfügen, die durchaus nicht als analytische Funktionen sich darzustellen brauchen. Es genügt oft schon, daß ihr V o r z e i c h e n richtig getroffen ist.

So entstehen die guten Konstruktionen der wissenschaftlich denkenden Praktiker: aus zahllosen Beobachtungen, oft an ganz anderen Maschinen, kritischen Vergleichen, schrittweisen Schätzungen und Rechnungen, immer aber aus p h y s i k a l i s c h e r Denkungsweise. Erfahrungsgemäß ist dabei entscheidend, ob die g r o ß e n Z ü g e des r i c h t i g e n Bildes getroffen und berücksichtigt sind; Verfeinerungen der Rechnung selbst bringen nur wenig. Daraus folgt die

#### **geringe Bedeutung hoher Rechengenauigkeit.**

Den Wert und die Genauigkeit einer sogenannten „exakten“ Berechnung im analytischen Sinne dürfen wir hier keinesfalls überschätzen: Die Berechnung von Maschinen kann niemals „exakt“ sein; die Problemstellung ist ganz anders, zielt nie auf höchste Rechengenauigkeit, sondern stets auf Erfüllung von Funktionsstreifen, Bereichen ab, verlangt zwischen zehn und mehr unabhängigen Variablen und unvereinbaren Bedingungen ein „Optimum“ herauszufinden. In der Technik hat es seinen Sinn, wenn der K a u f m a n n auch bei Abrechnung des Millionenobjekts noch Pfennige angibt, weil auch diese für ihn scharf definiert — buchmäßig nachzuweisen — sind; der Techniker muß, wie der Physiker, schon bei Genauigkeiten von 1—3 % recht zufrieden sein.

#### **Erfordernis größerer Exaktheit in den nicht formalen Schlüssen und Begründungen.**

Wohl aber müßte eine viel strengere, exaktere Begründung der physikalischen Grundlagen und der Zulässigkeit vieler Schlüsse gefordert werden. Es ist eine schreiende Sünde gegen den Geist der Mathematik und der exakten Naturwissenschaften, wenn in theoretischen Arbeiten ängstlich die Differenzierbarkeit und Stetigkeit auftretender Funktionen hervorgehoben, also die Zulässigkeit des Differenzierens begründet wird, während die Zahl der unabhängigen Variablen, die Zulässigkeit der Frage- oder Problemstellung und besonders des physikalischen Bildes, die Abschätzung der Größenordnung wichtigster Begleiterscheinungen oft in einer Art wissenschaftlichen Eiertanzes, meistens überhaupt nicht erörtert wird.

Hier, unter den fehlerhaften, verwirrenden Begründungen und Schlüssen müßte endlich einmal der kritische Geist der Mathematik gründlich aufräumen

### **Parallellaufen dreier Probleme.**

Bei Gebieten, wie dem vorliegenden, laufen meistens drei Sonderprobleme parallel nebeneinander: das technisch-physikalische, das geometrische und das rein mathematische, die gegenseitig und bewußt aufeinander abgebildet werden können. Das geometrische nimmt in mehrfacher Hinsicht eine Mittelstellung ein; denn der Mathematiker sucht sein Problem möglichst von der materiellen Benennung und Bedeutung loszulösen und den funktionalen Zusammenhang reiner Zahlen herauszuheben, kurz, rein begrifflich zu denken, der Techniker dagegen muß dauernd mit jedem Begriff, jedem entscheidenden Rechnungsschritt eine Anschauung, Vorstellung verbinden, um nicht in öder Formalität oder im Sumpf der Pseudo-Theorien sich zu verirren. Seine Sprache ist die Zeichnung und damit hängt die technische Bedeutung graphisch-analytischer Methoden zusammen, die sich auch in unserem komplizierten Fall als äußerst anschaulich und fruchtbar erwiesen haben.

### **Möglichkeiten der vorliegenden Grundlagen.**

Seit langem gibt es leitraddlose Propeller mit absolutem Wirkungsgrad-Maximum von über 80 % ohne den Gewinn des „Vorstromes“ und mit noch höheren Werten bei vorhandenem Vorstrom. Das bisher erreichte absolute Optimum liegt daher schon so, daß auch die hydrodynamische Theorie es wahrscheinlich nur wenig zu heben vermag.

Dagegen bin ich der festen Überzeugung, daß infolge der Anschaulichkeit, der klareren Vorstellungs- und Schätzungsmöglichkeit der neuen Methoden allmählich die große Zahl der Fehlschläge auf dem Propellergebiet eingeschränkt und die Treffsicherheit beträchtlich verbessert werden kann, die heute beim kleinsten Schritt seitwärts vom täglichen Wege so kläglich gering ist.

Um nun Mißverständnisse auszuschließen, sei schon hier zusammenfassend betont, daß ich die Hauptbedeutung unserer Grundlagen in der Einzelne gehenden Vorstellungsmöglichkeit, im verfeinerten Bild der wirklichen Vorgänge und in der Erklärung vieler Erscheinungen sehe. erst in zweiter Linie in der Möglichkeit weitergehender Zahlenschätzungen. Am Wert einer vernünftigen Ähnlichkeitsrechnung, die den wissenschaftlichen Kern der guten For-

meln der Praxis bildet, und an gesunden Strahl- oder Plattentheorien soll nicht im geringsten gerüttelt werden. Bei den Untersuchungen über praktische Fahrtresultate, die ich gegenwärtig im Dienste der Kaiserlichen Marine an der Kieler Werft auszuführen habe, arbeite ich selbst damit.

Aber wenn man endlich aus dem Chaos der Unklarheit und Unsicherheit herauskommen will, muß man tiefer steigen und Anschauung und Rechnung allmählich den wirklichen Vorgängen anpassen, muß ein wissenschaftliches Skelett suchen, dem die einfacheren Theorien als Organe für Einzelzwecke sich angliedern.

Dabei fällt dem Versuch die dankbare Aufgabe zu, mit neuen Methoden und Zielen ein reiches Betätigungsfeld zu beackern, aber nicht nur dem Versuch, der einzelne Ähnlichkeitskonstanten bezweckt, sondern der die Einzelvorgänge anhand der Theorie nachprüft. Auch hier müssen neue Gedanken einsetzen.

## Historisches.

### Drei Hauptgruppen von Theorien.

Die zahllosen bisherigen Theorien, welche auf die physikalische Wirkung der Propeller einzugehen versuchen, zerfallen in zwei große Gruppen:

1. Strahltheorien mit dem Hauptvertreter Rankine, die vom Impuls und der Energie eines homogenen Strahles ausgehen und seine Rotation bei unendlicher Flügelzahl mehr oder minder richtig behandeln. Lorenz<sup>1)</sup> hat versucht, innerhalb der Flügel die Strömung zweidimensional zu berechnen, in Richtung von Radius und Achse. Die großen Verschiedenheiten von Druck und Geschwindigkeit treten jedoch infolge der minimalen Flügelzahl in der Umfangsrichtung auf. Zu erwähnen sind ferner die Bestrebungen und Arbeiten von Finsterwalder<sup>2)</sup>, Kimmel<sup>3)</sup> und Nusselt<sup>4)</sup>, die gleichfalls auf zweidimensionale Behandlung eines achsensymmetrischen Strahles abzielen.

2. Flügelblatt-Theorien nach Frode, die von der geradlinig fortschreitenden Bewegung eines einzelnen Plattenelements auf die vereinigte

1) „Neue Theorie der Kreisräder.“ Verlag Oldenbourg.

2) „Aerodynamik“, Vorlesungen.

3) „Theorie der Luftschrauben auf Aerodynamischer Grundlage“, Dissertation. München, Verlag Oldenbourg.

4) „Die Strömung im Reaktionsstrahl der vollkommenen vielflügeligen Hubschraube.“ Zeitschr. f. Flugtechnik und Motorluftschiffahrt. 1915.

Wirkung der schraubenartig fortschreitenden Flügel schließen und so die gegenseitige Einwirkung der Elemente aufeinander und auf die übrigen Flügel vernachlässigen bzw. durch Beiwerte richtigstellen müssen.

Neuerdings hat H. Reißner beide Theorien mit Erfolg zu vereinigen versucht, während Gumbel die Turbinentheorie des Schraubenelements insbesondere für die Beziehungen von Schub und Drehmoment zu hoher Vollendung ausgebildet hat, unter Hinzunahme allerdings von empirischen Schlüssen auf den ganzen Flügel, ähnlich Froude.

Den genannten Hauptgruppen von Rankine und Froude gegenüber bedeutet die vom Verfasser vorgeschlagene Theorie, wie Professor Reißner 1914 in Dresden vor der „Wissenschaftlichen Gesellschaft für Flugtechnik“ im Referat über Schraubentheorie dargelegt hat, eine dritte Auffassungswiese, die, unter bezug auf eines ihrer wichtigsten Elemente, als „Wirbeltheorie der Propulsion“ oder als „Schraubenwirbel-Theorie“ bezeichnet werden könnte, weil alles auf der Betrachtung und Berechnung der ständig vorhandenen isolierten Wirbel aufgebaut wird. Der Fortschritt dürfte im Eingehen auf die wirklichen physikalischen Erscheinungen anhand anschaulicher Bilder und Methoden bestehen: auf die Geschwindigkeits- und Druckunterschiede im Strahl und zwischen den Flügeln, die vollkommen kontinuierliche Arbeitsübertragung auf den Saugestrom, die überaus charakteristische Bildung der Strahlwirbel und ihrer Impulsmassen, endlich in der Ausdehnung der sogenannten Zirkulationstheorie auf dreidimensionale rotierende Bewegungen und Aufstellung eines Integrationsverfahrens für die wirkliche Berechnung.

Als leichteste Einführung will ich im folgenden den Weg skizzieren, wie ich selbst im Laufe von 17 Jahren durch mehr oder minder systematische Arbeiten zu den bisherigen Resultaten gelangt bin. Er zeigt unter anderem, daß zahlreiche Ideen, Beobachtungen und Rechnungsmethoden längst im Schoße unserer führenden Werften entstanden und bei fortschrittlichen Konstruktionen verwendet waren, ehe sie von anerkannten wissenschaftlichen Autoritäten, jahrelang später neu gefunden und in der offiziellen Literatur veröffentlicht waren.

#### **Arbeiten des Verfassers an der Stettiner „Vulcan“-Werft. Erklärung des negativen Slip. Bedeutung der „resultierenden Austrittssteigung“.**

Den Ausgangspunkt des Fortschritts ergab mir 1901 die Anwendung der Turbinentheorie auf die Erklärung des negativen Schrau-



benslip, durch die Feststellung, daß für die Arbeitsverhältnisse der Schraube weder die bis dahin allein — und auch heute noch fast ausschließlich — betrachtete mittlere Steigung der Druckseite ( $H$ ), noch die der Saugseite ( $H'$ ), sondern gemäß Abb. 1 ein Mittel zwischen den Austrittssteigungen beider Seiten als „resultierende“ oder „reduzierte Steigung“ ( $H_{red}$ ) maßgebend ist. Die Rechnung hiermit führte den negativen Slip ad absurdum, zeigte, wie unmaßgeblich die Rechnung mit der Druckseite allein ist, und gab für eine Menge anderer Paradoxa neue einwandfreie Erklärungen und zahlenmäßige Unterlagen, z. B. für genauere Abschätzung des „Vorstromes“ bei den einzelnen Schiffsgeschwindigkeiten. Näheres ist im A n h a n g I angegeben.

Verfasser schloß weiter, daß Propeller mit der Druckflächensteigung 0, also ebener Druckseite (Abb. 2), bei jedem Drehsinn immer noch einen Schub

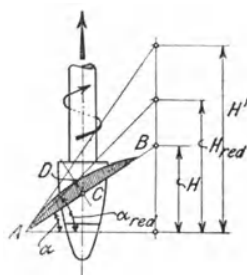


Abb. 1.

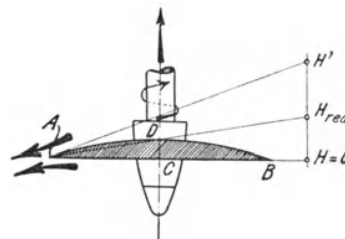


Abb. 2.

nach der gewölbten Saugseite hin erzeugen müßten. Der Beweis hierfür ist 1904 von meinem Kollegen Dr. Wagner durch Versuche im Ringtank erbracht und hier vorgetragen worden\*).

Seit jener Veröffentlichung hat sich die gesamte tiefgehende Literatur (Froude, Taylor usw.) zu unserer obigen Auffassung bekannt, die außerdem durch interessante Versuche an dem später erwähnten Modellboot „Bogatyr“ noch schärfer bewiesen wurde: Der Ersatz der gewöhnlichen, massiv-verdickten Schraubenflügel durch solche aus dünnem Blech, deren Wölbung der Mittelfläche zwischen Saug- und Druckseite entsprach, ergab hier recht gute Übereinstimmung (1904). —

Der nächste größere Schritt bestand in der

#### **Schaffung selbsttätiger bordmäßiger Meßapparate**

zunächst für die Drehmomente und Effektivleistungen der Maschinen, in Form

\* ) Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft 1906.

der automatischen „Torsionsindikatoren“<sup>1)</sup> 1902, die seitdem in den Kriegs- und Handelsmarinen der meisten Länder Verwendung gefunden haben, später in Form von Schubmessern für Propellerschübe bis zu 70.—100 000 kg. die unter teilweiser Verwendung von Ideen von Geheimrat Thämer, hauptsächlich für die Kaiserliche Marine, seit 1905 gebaut worden sind. Damit wurden neue Meßmöglichkeiten und erhöhte Meßgenauigkeit auf Propeller-Fahrzeugen geschaffen.

Beträchtliche Schwierigkeiten brachte dem Propellerkonstrukteur das Aufkommen der Turbinenschiffe, weil seine ganzen Erfahrungsziffern scheinbar über den Haufen geworfen wurden.

#### **Aufstellung des Begriffs der „reduzierten“ oder „Einheits-Drehzahl“. 1904. Einbau von „Unter“setzungsgetrieben.**

Die Forderung höchster Propellerdrehzahlen für die Turbinen führte uns zunächst zu der Frage, ob und wie die „Schnellläufigkeit“ eines Propellers als Funktion seiner Drehzahl, Pferdezahl, Mediumdichte und Fahrgeschwindigkeit durch ein geeignetes Maß, eine Zahl ausdrückbar wäre. Dies gelang 1904 durch Aufstellung des Begriffs der „reduzierten“ oder „Einheits“-drehzahl<sup>2)</sup>. Seine Einführung zur Beurteilung der praktischen Möglichkeiten auf Grund des Erfahrungsmaterials zeigte, daß die unter den günstigsten uneingeschränkten Verhältnissen erreichbaren Höchstwirkungsgrade der Schrauben hauptsächlich von dieser „Einheitsdrehzahl“ abhängen und daß wesentlich gesteigerte Einheitsdrehzahlen das absolute Optimum nicht erreichen ließen. Ich folgerte daher schon 1903, daß, absolut genommen, beim leitraddlosen Propeller selbst keine wesentlichen Verbesserungsmöglichkeiten mehr lägen, wohl aber in der Schaffung von möglichst umsteuerbaren Großkraftgetrieben. So wandte ich seit 1903, zunächst privat, dann von 1907 ab mit der Vulcan-Werft zusammen, meine freien Stunden entschlossen der Theorie und Konstruktion des „hydrodynamischen Transformators“ zu, der ungeahnte Möglichkeiten der Turbomaschinen (Wirkungsgrad der Erstaussführung (1910) der Kupplungstypen 95 % und darüber) ergeben und rückwirkend unsere Einsicht in das Propellerproblem ungemein gefördert hat.

<sup>1)</sup> Vgl. Föttinger, „Effektive Maschinenleistung und effektives Drehmoment und deren experimentelle Bestimmung“ und „Die neuesten Konstruktionen und Versuchsergebnisse des Torsionsindikators“, in Jahrbüchern der Schiffbautech. Ges., 1903 und 1905, sowie Doktor-dissertation erstgenannten Titels, Techn. Hochschule München 1903.

<sup>2)</sup> Siehe Anhang II.

Über die allerersten Resultate habe ich unserer Gesellschaft 1909 in einem Vortrage „Über eine neue Lösung des Schiffsturbinenproblems“ berichtet. (S. Jahrbuch 1910.)

Während die Turbinenschiffe bei genügender Bauzeit heute wohl ausnahmslos mit Getrieben projiziert und gebaut werden, beginnt die neueste Zeit auch im Luftschiff- und Flugzeugbau unseren vor 15 Jahren betretenen Weg einzuschlagen und die radikale Verbesserung der Propellerwirkung in der Anwendung geringerer „Einheits“-Drehzahlen, d. h. von „Unter“-setzungsgetrieben zu suchen; sie wird in zahlreichen Fällen unser damaliges Urteil nur bestätigen können! Die Frage, wieweit dabei die Propellerwirkung gegenüber der Motorwirkung (Brennstoff- und Motorgewicht) bevorzugt werden darf, bedarf in jedem Einzelfalle sorgsamster Prüfung.

#### **Erstes Modellboot 1903.**

Anläßlich der ersten Turbinenschiffsprojekte des „Vulcan“ (1902/3) betraute mich die Direktion, einer Anregung von Konsul Dr. Schlick folgend, mit Bau und Betrieb des erwähnten Modellbootes zur Untersuchung allgemeiner Schraubenfragen, des ersten seiner Art, als Mittelding zwischen dem Kreuzer „Bogatyr“ und seinem Schleppmodell 1903 erbaut und erprobt. (Länge rund 11 m, Schraubendurchmesser rund 400 mm, Elektromotoren 7—8 PS.) Dasselbe diente dem ebenfalls durch Konsul Schlick veranlaßten Modellboot für den Bau der „Maurétania“ als Vorbild, mit dem überraschend gute Resultate erzielt worden sind.

Unsere Versuche zur Verwirklichung der „resultierenden Steigung“ sind bereits erwähnt. Angesichts dringenderer Aufgaben im eigentlichen Dampfturbinenbau wurden die offiziellen Versuche am Modellboot nur wenig ausgedehnt und 1904 abgebrochen.

#### **Versuche über Strahlwirbelbildung am Modellboot (1903).**

Indessen muß einer Beobachtung gedacht werden, die zum Ausgangspunkt unserer neueren Auffassung des Propellers, d. h. unseres heutigen Themas, geworden ist.

Grundlegend für tiefere Erkenntnis war nämlich der halb spielerisch unternommene Versuch, durch einen Schlauch nahe der Nabe Luft in den arbeitenden Propeller einzublase, die selbstverständlich nach Stellen kleinsten Druckes, d. h. benachbarten Wirbelzentren hingetrieben wurde. Dies brachte wundervolle Wirbelröhren, teils an den Flügel-

spitzen, teils an der Nabe, zum Vorschein und weckte Erinnerungen an ähnliche Wirbelbeobachtungen auf zahlreichen Probefahrten, namentlich beim Angehen der Maschinen, und an die eindrucksvollen Wirbel-Vorführungen Professor Sohnecke's an der Münchener Hochschule.

Die hohe Regelmäßigkeit und Stabilität dieser Naben- und Spitzwirbel, die absolut sichere Demonstration durch die eingeblasene Luft und der Satz von der Unvernichtbarkeit der Wirbel in reibungsfreien Medien legten den Gedanken nahe, daß diesen Gebilden eine maßgebende Bedeutung für den gesamten Schraubenmechanismus zukommen müßte.

#### **Elektrodynamische Abbildung der Wirbelsysteme.**

Die Beurteilung auf Grund von Helmholtz' berühmter Abhandlung über „Wirbelbewegungen“\*), sowie Tausende von späteren eigenen und fremden Beobachtungen steigerten das Vertrauen in unsere Auffassung zur absoluten Gewißheit. Gedacht sei vor allem der schönen Schraubenversuche von Ahlborn (1905), Dr. Wagner (1905) und Flamm (1908). Aus der Helmholtz'schen Abhandlung, deren spezielle Lösungen überwiegend auf der weitgehenden Analogie dünner Wirbelfäden mit stromdurchflossenen elektrischen Drähten und der Übertragung des Biot-Savart'schen Gesetzes beruhen, ergab sich nun mühelos der Schluß, daß auch hier die Geschwindigkeitsverteilung aus der Gestalt der Schraubenwirbel in großen Zügen zu beurteilen und zu berechnen sei, selbst bei unbekannter absoluter Wirbelstärke, ja daß durch die elektrodynamische Nachahmung des Problems (d. h. „Abbildung“ der Wirbel auf das engverwandte elektrische Gebiet, in Gestalt stromdurchflossener schraubenförmiger Leitungsdrähte, und Ausmessung der den Geschwindigkeiten entsprechenden magnetischen Feldstärken) jederzeit das Geschwindigkeitsbild eines idealen reibungsfreien Schraubenstrahls experimentell zu ermitteln ist.

#### **Hydrodynamische Auffassung des Schraubenproblems.**

Diese Schlüsse legten nun den Weg fest zu einer streng hydrodynamischen Auffassung des Schraubenproblems und bildeten seitdem das wissenschaftliche Skelett meiner zahlreichen Schraubenberechnungen in der Praxis. Mangels analytischer Lösungen habe ich die elektromagnetische Integration auch meinen Vorlesungen in Danzig seit 1911 als Ausblick und Aufgabenstellung zugrunde gelegt. Dieselbe

\*) Ostwalds Klassiker-Ausgaben.

Lösung ist 1914 auch von Professor Reißner in dem schon genannten Dresdener Referat angegeben worden.

Die erste Veröffentlichung dieser Gedanken in einem Vortrag „Über die physikalischen Grundlagen der Turbinen- und Propellerwirkung“ auf der Gründungsversammlung der „Wissenschaftlichen Gesellschaft für Flugtechnik“ 1911 in Göttingen<sup>1)</sup>, fand die Zustimmung der mathematisch-hydrodynamischen Kreise; seitdem sind sie allgemein von den Wissenschaftlern als maßgebende Auffassung anerkannt und z. B. in das Kapitel „Flüssigkeitsbewegung“ des „Handwörterbuchs der Naturwissenschaften“ durch Professor Prandtl aufgenommen worden.

In jener kurzen und leider wenig verstandenen ersten Veröffentlichung sind bereits eine Anzahl Hauptgedanken und Ergebnisse dieser Gesamtauffassung anhand graphisch integrierter Strömungsbilder niedergelegt: z. B. die Berechnung der „Schaufelgitter“-Strömung in der Umfangersrichtung, die hydrodynamische Erklärung des „stoßfreien“ Eintritts, abhängig von Schaufelteilung usw., das „Übertreiben“ der Schaufelwinkel, die Anwendung der Kutta-Joukowsky'schen Zirkulationstheorie auf Turbinen<sup>2)</sup>, die stetige Energieübertragung außerhalb des Schaufelbereiches, die Entstehungsarten der Zirkulationsströmung, die Berechnung des Propellerstrahls auf Grund des Schraubenwirbel-Systems, der Zusammenhang zwischen der sogenannten ersten Hauptgleichung der Turbinentheorie und der Zirkulationsformel usw.

Indessen fehlte noch — von der elektrodynamischen Lösung abgesehen — eine einigermaßen handliche Integrationsmöglichkeit zur zahlenmäßigen Berechnung der Geschwindigkeitsverteilung im Strahl.

### Spezielle Integration von Dr. Lauth.

Ein vielversprechender Ansatz hierzu in analytischer Richtung ist nun 1914 einem unserer Danziger Mathematiker, dem leider schon 1915 auf dem Felde der Ehre gefallenen hochbegabten Assistenten Dr. Lauth, gelungen, der erstmalig die Geschwindigkeit wenigstens für Punkte der Wirbel-

---

<sup>1)</sup> Verhandlungen der Versammlung von Vertretern der Flugwissenschaft 1911 (Verlag Oldenbourg) und Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt 1912. S. 233 und 246.

<sup>2)</sup> Diese Gedanken sind unabhängig und gleichzeitig von Dr. Blasius mit funktionentheoretischen Abbildungen behandelt worden. Zeitschrift für Mathematik und Physik 1912. S. 354

seele eines zylindrischen Schraubenwirbels durch Näherungsausdrücke berechnete<sup>1)</sup>).

An der Aufstellung einer Näherungslösung für allgemeine Strahlpunkte und der erfolgreichen Anwendung auf die Propellertheorie ist Dr. L a u t h durch seine Einberufung ins Feld und seinen leider so frühen Tod verhindert worden.

Die Schwierigkeiten der rein analytischen Behandlung sind im Wesen der zu bewältigenden Funktionen begründet, die schon beim Kreiswirbel auf elliptische Integrale oder Kugelfunktionen führen. Ihr Ersatz durch allgemeinere Näherungen muß daher sehr komplizierte und schwerfällige, d. h. dem Konstrukteur unerwünschte Ausdrücke ergeben.

#### **Versuche über Seitenkräfte umströmter rotierender Zylinder. (1914.)**

Ehe wir auf unsere allgemeine, analytisch-graphische Lösung eingehen, muß der Versuche gedacht werden, die ich 1914 in meinen Vorlesungen zur Veranschaulichung der K u t t a - J o u k o w s k y 'schen Auftriebsformel vorführte, weil sie den Anstoß zu den weitestgehenden Möglichkeiten unsrer Theorie gaben, nämlich zur dreidimensionalen Behandlung des Turbinen- und Propellerproblems. Ich zeigte, damals ohne Kenntnis der entsprechenden uralten M a g n u s 'schen Versuche<sup>2)</sup>, die Seitenkräfte, die ein um seine Axe rotierender Zylinder in einer Translationsströmung quer zu dieser erfährt.

Diese Wirkung ist so verblüffend, daß der Gedanke nahelag, zur Erforschung von dreidimensional veränderlichen Strömungen, z. B. zwischen den Propellerflügeln, auch noch die letzteren, die Flügel selbst, durch ein geeignetes System von erstarrten Wirbelseelen zu ersetzen.

#### **Graphisch-analytische Integration für willkürlich veränderliche dreidimensionale Fadenformen.**

Die Ausarbeitung des im allgemeinsten Fall nötigen dreidimensionalen Integrationsverfahrens war infolge meiner Kriegstätigkeit erst seit vergangenen Frühjahr möglich. Es gipfelt in der graphisch-analytischen Behandlung der Wirbelbewegungen und stellt eine

<sup>1)</sup> „Elementare Ableitung der Geschwindigkeit von Kreis- und Schraubenwirbeln“, von A. L a u t h. Annalen der Physik 1916 S. 671.

<sup>2)</sup> Den Hinweis auf letztere verdanke ich seit verganginem Sommer Herrn Professor K r ü g e r, Danzig.

Weiterbildung der von Helmholtz entdeckten Analogie zwischen Wirbel-fäden und elektrischen Stromleitern dar, in Bezug auf willkürlich veränderliche Fadenformen, und die dabei auftretenden Veränderungen von Impuls-, Impulsmoment- (Drall) und Energie, aus deren Größe anhand der Energie- und Schubgleichung rückwärts die Beträge der Zirkulation und des „Flusses“ durch das Wirbelsystem berechnet werden können.

Hiermit ist wohl zum erstenmal eine einheitliche physikalische Auffassung und Rechnungsgrundlage für alle Arten Propeller: Ruderblatt, Schaufelrad, Schraube gegeben, auf Grund deren alle komplizierten Probleme: z. B. die Einwirkung mehrerer Propeller aufeinander und auf das Schiff, auf das Ruder, die Erzeugung von Schiffsvibrationen, die Nähe der Wasseroberfläche und des Grundes usw. mindestens in den Hauptzügen einer wissenschaftlich begründeten Vorstellung, zum Teil sogar einer rechnerischen Abschätzung unterworfen werden können.

Nach diesem Rückblick auf die Entstehung der Grundlagen gehen wir nun auf ihren systematischen Aufbau ein.

## Über Wirbelbewegung und deren Entstehung.

### Gültigkeit für Wasser und Luft.

Wenn im Folgenden von „Flüssigkeiten“ die Rede ist, so sollen im allgemeinen sowohl tropfbare — Wasser — wie gasförmige — Luft — gemeint sein. Unsre Betrachtungen gelten daher für Wasser- oder Luftpropeller. Hierzu sind wir berechtigt, weil die Eigenart der Gase, die Änderung des Volumens und der Dichte, erst bei größeren Druckunterschieden merklich wird, die mit dem jeweiligen absoluten Druck — z. B. dem der Atmosphäre — vergleichbar sind. Bei Luftpropellern erreichen aber die Druckunterschiede nur an einzelnen Stellen die Größenordnung von etwa 5 % des Atmosphärendruckes. Wir können daher im allgemeinen mit konstanter mittlerer Dichte rechnen, wie bei Wasser.

### Verengung (Beschleunigung) und Erweiterung (Verzögerung).

Wenn durch einen geschlossenen, zuerst verjüngten, dann wieder erweiterten Kanal (Abb. 3) Flüssigkeit von rechts nach links strömt, so zeigen sich rechts im Bereiche der beschleunigten Bewegung A—B nach der Verengung hin regelmäßige und glatte Stromlinien, in gutem Behar-

rungszustand; links dagegen, im Bereich der verzögerten Bewegung B—C nach der Erweiterung hin, bilden sich fortschreitend an den Wänden immer stärkere „Wirbel“ aus, die meist einen pulsierenden Strömungsverlauf verursachen, manchmal aber stillstehend um ein Zentrum kreisen. Ein kleiner Fremdkörper wird nahe der Wand ähnlich einem Rollenlager in Drehung versetzt, auch die Wasserteilchen selbst kreisen wie Rollkörper, manche Partien jedoch wesentlich schneller als der reinen Rollbewegung entspräche.

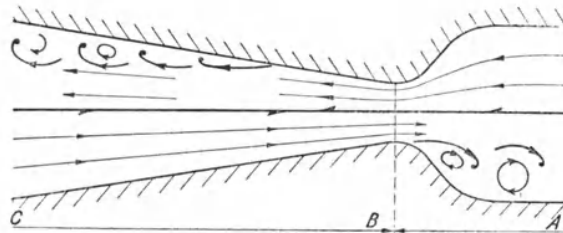


Abb. 3.

### Druckabfall und -Anstieg.

Die Beschleunigung von A bis B kommt nur auf Kosten eines gleichzeitigen Druckabfalles von A bis B zustande; auf diesem Wege wird Pressungsenergie in kinetische verwandelt. Mit der Verzögerung von B bis C ist ein Wiederansteigen des Druckes, eine „Umsetzung von Geschwindigkeit in Druck“, wie man kurz sagt, verknüpft, die aber wegen der dort beträchtlichen Energieverluste nicht auf das alte Druckniveau zurückführt.

### Nichtumkehrbarkeit der Strömungsvorgänge.

Weder in dieser Hinsicht ist der Vorgang „reversibel“, noch bei umgekehrter Stromrichtung C—B—A, wo alsdann von C—B eine leidlich glatte Beschleunigung mit entsprechendem Druckabfall, von B—A dagegen eine sehr unregelmäßige Verzögerungsströmung mit großen Wirbelecken und schlechtem Druckanstieg eintritt. Periodisch werden hier stark rotierende Wirbelklumpen mitfortgespült; ihre Rotationsenergie, aus der Translationsenergie des beschleunigten Strahles abgespalten und gewissermaßen „eingewickelt“, ist für weitere Rückgewinnung verloren und geht durch Wirbelungen höherer Ordnung weiterhin in Wärme über.

Das Beispiel erläutert die zwei Grundtatsachen aller Strömungsvorgänge, daß eine beschleunigte Relativströmung in glatten



Linien mit geringsten Verlusten verläuft, dagegen eine vom Körper gesehen verzögerte Relativströmung in pulsierenden Bahnen mit umso stärkerer Wirbelbildung, je schroffer die Erweiterung der Kanalwände. Daraus fließt die Regel, Relativverzögerung möglichst überall zu vermeiden (z. B. hydrodynamischer Transformator!) oder wenigstens durch schlanke Formen auf größere Längen zu verteilen.

### **Grenzschichten-Theorie von Prandtl. 1904.**

Dieselben Erscheinungen treten auch bei umströmten Körpern, z. B. dem Zylinder (Abb. 4 S. 400) ein. Durch genaue, auch rechnerische Analyse des Einzelvorganges ist Professor Prandtl zum Begründer der modernen Hydrodynamik geworden, die den Anschluß an die typischen Vorgänge reibender Flüssigkeiten tatsächlich gefunden und seit Helmholtz den größten Fortschritt ergeben hat.

Er hat gezeigt, wie bei Entstehung der Bewegung aus der Ruhe heraus zuerst überall die glatte wirbelfreie „Potential-Bewegung“ zustande kommt und wie allmählich längs der Wand eine dicker werdende „Reibungsgrenzschicht“ entsteht, deren Teilchen infolge ihrer abgebremsten nicht mehr genügenden lebendigen Kraft unfähig werden, in Zonen ansteigenden Druckes längs der Wand einzudringen und die daher durch Rückströmungen von der Wand weg in die seitlich vorbeigehende wirbelfreie Strömung hineingelenkt werden.

### **Umströmter Kreiszyylinder.**

Auch in unserem Falle kommt zuerst die „Potentialströmung“ der oberen Bildhälfte auch im verzögerten Teil (in Lee) zustande, mit Stau-punkten links und rechts und der Stelle größter „Übergeschwindigkeit“ oben und unten, sie geht aber sehr schnell durch das Herausschieben der wirbelnden Wandgrenzschicht am „Heck“ in die Wirbelströmung der unteren Bildhälfte über. Die Totwasserteilchen kneifen dem anfänglich hohen Druckniveau (links) seitlich aus, wodurch Rückströmung (Wirbelbildung) ermöglicht und das Druckniveau am Heck vermindert wird. Durch diesen Druckverlust auf der Leeseite, kommt ein Hauptteil des „Widerstandes“ zustande. Entsprechend den durch die Wirbel verminderten Wasserdrücken saugt sich ein aufgetauchtes Schiff am Heck ein.

### Ideales Geschwindigkeitsbild gerader Wirbel.

Wo einzelne klumpenförmige Wirbel hinter relativ bewegten Körpern an die Wasseroberfläche treten, kann man nun die Geschwindigkeiten bequem beobachten.

Jeder derartige geradlinige „isolierte“ Wirbel (Abb. 5 des Querschnittes) besteht aus zwei scharf verschiedenen Teilen, dem kleineren, „echten Wirbel“, „Wirbelkern“ oder „Seele“ im Zentrum, und dem äußeren Hauptteil, „Potentialwirbel“ genannt, besser (um den Widerspruch im Sprachgebrauch zu vermeiden) vielleicht als „Strudel“ zu bezeichnen.

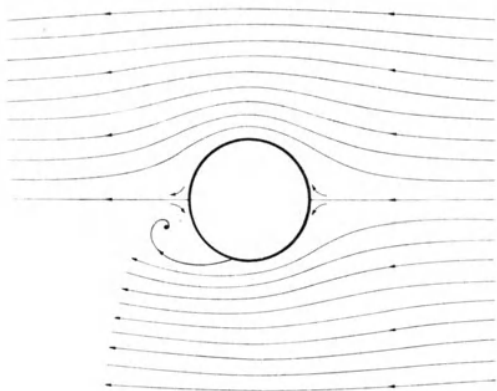


Abb. 4.

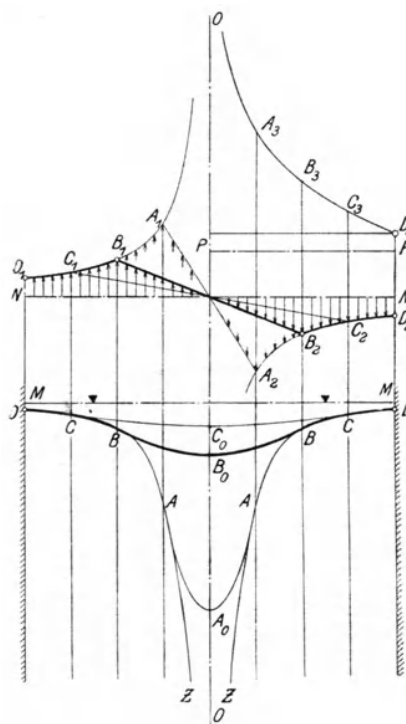


Abb. 5.

Die über den Radien  $N-N$  errichteten Ordinaten  $ND_1$  usw. geben die Geschwindigkeitsverteilung in Form der Kurve  $D_1 C_1 B_1-B_2 C_2 D_2$  für einen zylindrischen „Kern“ von der Dicke  $B-B$  und der geradlinigen Axe  $O-O$ , positiv, d. h. etwa auf den Beschauer zu gerichtet auf der linken Seite von  $O-O$ , negativ auf der rechten.

Die Teile des Kerns  $B-B$  rotieren sehr angenähert wie ein dehnbarer fester Körper, die Umfangsgeschwindigkeit nimmt von der Axe aus geradlinig zu, jedes Teilchen dreht nach und nach sein „Gesicht“ im Raume um,

besitzt eine echte „Rotation“. Der Druck nimmt vom Betrag in der Axe mit dem Quadrat des Radius zu, wodurch an freien Oberflächen das konkav gewölbte „Rotationsparaboloid“ zustande kommt. (Linie B—B<sub>0</sub>—B.)

Ganz anders im äußeren „Strudel“. Dieser vermittelt den Übergang von der Umfangsgeschwindigkeit des „Kerns“ nach den ruhenden Zonen in größerer Entfernung hin. Die Geschwindigkeitskurve muß daher nach außen abfallen, im Idealfall der noch zu erklärenden „Potential“-Bewegung umgekehrt proportional dem Radiusvektor  $r$ , also nach einer gleichseitigen Hyperbel  $c_u \cdot r = \text{const.}$  Entsprechend dem geringeren Zentrifugaldruck der äußeren langsam kreisenden Partien steigt der Druck vom Kern ab nach einer konvexen Kurve erst schnell, dann langsamer bis zu dem Druck an, den die umgebende ungestörte Flüssigkeit aufweist. (Linie D C B und B C D.)

Bei anderer Kerndicke A—A oder C—C und sonst gleichem „Strudel“ erhalten wir das Geschwindigkeitsbild  $N D_1 A_1—A_2 D_2 N$  bzw.  $N D_1 C_1—C_2 D_2 N$ , immer mit dem geradlinigen Abfall im Kern und dem hyperbolischen im Außenraum. Dementsprechend steigt der Druck von der Axe nach den Parabeln  $A A_0 A$  bzw.  $C C_0 C$  bis zu den Drücken an, die der reine Strudel nach der Linie A B C D aufweist. Bei noch dünneren Kernen wachsen die Druckunterschiede nach der Axe zu entsprechend den hohen Geschwindigkeiten sehr schnell an; die Kurve würde in Richtung Z asymptotisch der Axe sich nähern.

Unsere Darstellung gilt streng nur für den Idealfall gerader Wirbelkerne in unbegrenzter wirbelfreier Umgebung, sehr angenähert jedoch auch bei gekrümmten Wirbeln, wenn der Kernradius gegenüber dem Krümmungsradius der Kernaxe klein ist (Rauchringe).

### Gestalt freier Wirbeloberflächen.

An der Wasseroberfläche verraten sich die Drucke gleichartig bewegter Schichten durch die Wassersäulen, die sie zu tragen vermögen. Je geringer der Druck, desto tiefere Spiegelsenkung. Daher stellt unsere Druckkurve in anderem Maßstab auch die Querschnittsform der Wasseroberfläche für den „kombinierten“ Wirbel dar, innen eine Parabel, vom Beginn des „Strudels“ ab eine Hyperbel 3. Ordnung ( $r^2 \cdot z = \text{const.}$ ), mit dem ungestörten Spiegelniveau als Asymptote; die Oberfläche selbst ist durch Rotation dieser Figur entstanden zu denken. Man erkennt die bekannte Trichterform, die Grübchen hinter einem eingetauchten Löffel oder Ruder-

blatt und die beschleunigt rotierenden Strudel an Schleusentoren oder an-  
fahrenden Schrauben.

### Knick der Geschwindigkeitskurve.

Die Geschwindigkeitskurve hat auf jeder Seite an der Kerngrenze im Idealfall einen Knick: Das äußere Gesetz  $c_u \cdot r = \text{const.}$  würde sonst im Zentrum ( $r = 0$ ) unendliche Geschwindigkeiten bedingen, die unmöglich sind. Daraus schon folgt, daß im Kern ein anderes Gesetz gelten muß, das diese Unstetigkeit nicht besitzt. Wenn der Kern nicht hohl ist (aus „Vakuum“ besteht), sondern aus flüssiger Substanz, die z. B. nachträglich in den Strudel-  
hohlraum eingefüllt werden kann, so versetzt der Strudel die allseitig um-

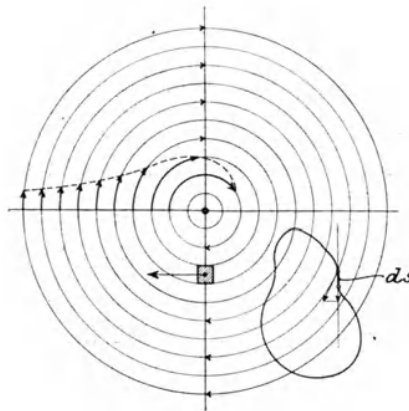


Abb. 6.

schlossene Kernsubstanz durch Reibung allmählich in die beschriebene echte  
Rotation.

Gerade das verschiedene Geschwindigkeitsgesetz (gerade Linie, bzw.  
Hyperbel) ergibt den charakteristischen Unterschied von Kern bzw. Strudel.  
Das des Kerns ähnelt festen Körpern; ein kleiner Fremdkörper würde in  
kürzester Zeit dort mitrotieren.

Das Verständnis der äußeren Strudelbewegung wird erleichtert  
durch Abb. 6.

Sie stellt die Wege dar, die von den Teilchen in gleichen endlichen Zeiten  
zurückgelegt werden, die vorher gleichzeitig auf einem horizontalen Radius  
lagen. Nach einem unendlich kleinen Zeitunterschied würden die Teilchen auf  
einer gleichseitigen Hyperbel liegen.

### Rotationsfreiheit des Strudels.

Die Strudelbewegung hat nun die Besonderheit, daß ein einzelnes, unendlich kleines Flüssigkeitsteilchen keine eigentliche Rotation besitzt. Der Begriff Rotation ist zunächst nur für starre Körper erklärt; für beliebig veränderliche (wie ein Wasserteilchen, einen 100-armigen Polypen, Tausendfüßler usw.) erlangt er einen der Rechnung zugänglichen Sinn, wenn man darunter die mittlere Winkelgeschwindigkeit aller Einzelteilchen versteht.

Das schraffierte Teilchen der Abb. 6 wird nun zwar auf seiner zunächst horizontalen Mittellinie längs der Kreise im Uhrzeigersinn herumgedreht, aber seine vertikale Mittellinie erfährt, wegen der innen größeren, außen kleineren Umfangsgeschwindigkeit, eine entgegengesetzte Drehung, welche die der Horizontallinie im Mittel kompensiert.

Diese Betrachtung behält nur für unendlich kleine Zeitstrecken und Teilchen eindeutigen Sinn; sie verliert ihn für endliche. Ihre Bedeutung besteht darin, daß sie für alle rotationsfreien Flüssigkeitsbewegungen gilt; in allen Fällen muß alsdann die Bahngeschwindigkeit verschiedener Punkte nach dem Krümmungsradius hin nach dem Gesetz  $c_u \cdot r = \text{const.}$  (Flächensatz bei Abwesenheit äußerer Momente, II. Kepler'sches Gesetz) zunehmen, während bei echter Rotation lineare Abnahme vorläge. Die Deformation des Teilchens und seiner Umgebung ist also derart, daß für kleine Wege keine mittlere Rotation zustande kommt.

### Energie-Verteilung. Kernenergie konstant bei gleichem Strudel.

Das Diagramm Abb. 5 zeigt weiter zugleich die kinetische Energie  $\frac{m c_u^2}{2}$  rechts oben über der Nulllinie P P aufgetragen und zwar die Gesamtenergie des Wirbels bis zur schraffierten Zylinderwand. Die verschiedenen dicken Kerne A, B, C usw. haben konstanten Inhalt an lebendiger Kraft, falls der zugehörige Strudel dieselben Geschwindigkeiten (s. o.) beibehält. Dagegen ist die Energie des letzteren sehr stark verschieden, die mit abnehmendem Kernradius nach einem logarithmischen Gesetz  $D_3 C_3 B_3 A_3$  zunimmt; der dünnste Kern A bedingt also die größte aufzuwendende Gesamt-Energie, entsprechend der Ordinate  $A_3$  über P P, bzw.  $B_3$  für die Kerndicke B B,  $C_3$  für die Kerndicke C C und  $P D_3$  für die Kerndicke D D. Wir müssen daher technisch anstreben, den Kern von

vornherein möglichst dick zu erzeugen. Damit hängt z. B. der geringe Schaden dicker Naben zusammen und die verhältnismäßige Unempfindlichkeit von Tragflächen und Propellerflügeln gegenüber verschiedenen Gestaltungen ihrer freien Enden bzw. Spitzen. Die Energie des Gesamtstrudels (bis  $r = \infty$  gerechnet) wäre unendlich.

### Linienintegral und Zirkulation.

Wenn man in Abb. 6 eine geschlossene, den Kern nicht umschließende Kurve zieht und jedes ihrer Elemente  $ds$  mit der in ihre Richtung fallenden, dortigen Geschwindigkeitskomponente  $c_s$  multipliziert und die Beiträge  $c_s \cdot ds$  für den ganzen geschlossenen Weg summiert, so ist die entstehende Integralsumme  $\int c_s ds$  Null. Sie bedeutet das Maß für ein Überwiegen der Geschwindigkeiten im einen oder andern Umgangssinn.

Längs jeder beliebigen den Kern ganz umschließenden Kurve dagegen hat das so gebildete „Linienintegral“ einen festen Wert  $\Gamma$ . Auf jedem der gezeichneten Kreise z. B. ist  $c_u = \frac{\text{konst}}{r}$  selbst konstant, daher

$$\Gamma = \int c_s \cdot ds = c_u \int ds = c_u \cdot 2r\pi = \frac{\text{konst}}{r} \cdot 2r\pi,$$

also konstant. Dies gilt auch für jede beliebige geschlossene Kurve um den Kern.

Der für alle Wirbelbewegungen fundamentale Wert  $\Gamma$  heißt „zyklische Konstante“ oder „Zirkulation“ um den Kern oder „Wirbelstärke“; sie ist auch gleich dem doppelten Produkt aus Querschnitt des Kerns mal seiner Winkelgeschwindigkeit  $\frac{2\pi n}{60}$ . Begrifflich bedeutet sie ein Maß für den Drall (Moment der Bewegungsgröße) der auf Zylinderflächen ausgebreiteten Masseneinheit. Konstante Zirkulation bedeutet daher gleichen Drall  $m \cdot c_u r$  aller konzentrischen Zylinderschichten von der Masse 1 für den ganzen Strudel.

### Geschwindigkeits-Potential, Potential-Strömung.

Würde ein Körper in einer Flüssigkeit einen Widerstand proportional der in die Wegrichtung fallenden Geschwindigkeitskomponente  $c_s$  erfahren, so wäre  $\Gamma$  ein Maß für die Arbeit, die die Flüssigkeit auf den längs der geschlossenen Kurve (unendlich langsam) bewegten Körper ausüben würde. Daraus erkennen wir die enge Verwandtschaft mit dem Kräftepotential (Potentialdifferenzflächen und -linien, deren Form mit denen des „Ge-

schwindigkeits-Potentials“ z. B. am umströmten Zylinder übereinstimmt; es entsprechen sich auch Kraftlinien und Stromlinien).

#### Zirkulation und Wirbel bei geradliniger Strömung.

Zu beachten ist, daß auch Strömungen in geraden parallelen Bahnen (z. B. durch Ölrohre oder in Kreuzkopfschmierschichten) wegen ihrer ungleichen Geschwindigkeit eine „Zirkulation“  $\Gamma > 0$  aufweisen, obwohl dort keine geschlossenen Stromlinien vorliegen; sie sind trotzdem Wirbelströmungen, wie man am Rotieren mitgeführter fester Teilchen sofort erkennt. In beiden Fällen ist die echte Wirbelung nicht auf isolierte Fäden beschränkt, wie beim „Kern“, sondern stetig verteilt. Potentialströmungen haben jedoch nie eine „mittlere Rotation“.

#### Entstehung der Wirbel.

Die echte „Rotation“ des flüssigen Kerns kann (von elektrodynamischen Sonderfällen abgesehen) nur durch Reibungsmomente flüssiger

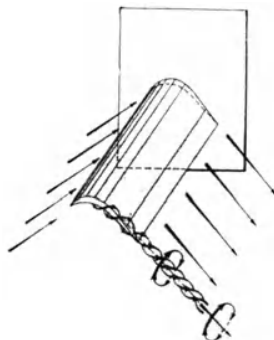


Abb. 7.

Abb. 7.

oder fester Massen, z. B. am Kernmantel, nach und nach akkumulierend erzeugt oder aufgezehrt werden. Daher wären „Kerne“ in reibungsfreien Flüssigkeiten nicht erzeugbar und, wenn sie doch erzeugt wären, unzerstörbar. Darauf hat Lord Kelvin seine berühmte Theorie der Wirbelatome (als verschlungene und verknottete Wirbelringe des Äthers) aufgebaut.

Der „Strudel“ dagegen kann durch Reibung oder Führung längs geeigneter Wände (z. B. exzentrisches Einströmen in einen Trichter, Aufrollen der Grenzschichten an beströmten Wänden, mit Hilfe wegnehmbarer Membranen usw.) erzeugt werden. Für uns besonders wichtig ist die einem Spinnvorgang verwandte Bildung zopfartiger Strudel (Wirbelzöpfe) Abb. 7

beim „Spaltverlustvorgang“ von Turbinenschaufeln. wie ich 1909 hier an einem Glasmodell eines Turbotransformators vorführte, weil sie genau entsprechend am Ende von Trag- und Propellerflügeln (Spitzenwirbel) vor sich geht. Die Speisung erfolgt hier durch Überströmen aus der hohen Druckzone in der Schaufelhöhhlung nach der Saugzone am Schaufelrücken, vereinigt mit einer starken Translation.

### Die Wirbelsätze von Helmholtz.

In der genannten klassischen Arbeit hat Helmholtz aus den Eulerschen Gleichungen unter anderm folgende Sätze für reibungsfreie Flüssigkeiten abgeleitet:

1. „Die Wirbelstärke  $\Gamma = 2 \omega q$  ( $\omega =$  Winkelgeschwindigkeit der Rotation,  $q =$  Querschnitt) eines Fadens bleibt der Zeit nach für jedes Fadenelement konstant.“

(Dies heißt, der Drall der Fadenabschnitte bleibt konstant; er könnte ja auch nur durch Reibungsmomente geändert werden.)

2. „Die Wirbelstärke ist auch über die gesamte Fadenlänge konstant.“

(Alle Fadenabschnitte gleicher Masse haben also gleichen Drall: wo  $q$  klein ist, ist  $\omega$  (d. h. auch die sekundliche Drehzahl) groß und umgekehrt.)

3. „Wirbelfäden können nicht in der Flüssigkeit endigen, wohl aber an festen Wänden, oder die Fäden müssen zu Wirbelringen geschlossen sein.“ Andernfalls wäre z. B. am freien Ende des Fadens unbestimmt, ob das dort genommene Linienintegral den Faden umschlingt oder nicht.

### Elektrische Analogie.

4. Helmholtz hat weiter entdeckt, daß zwischen Wirbelfäden und elektrischen Stromleitern weitgehende Analogie besteht, die in den formell übereinstimmenden Differentialgleichungen zum Ausdruck kommt.



Es entsprechen sich:

Wirbelfäden (Kerne)	(geschlossene) Stromleiter;
Geschwindigkeiten	vom Strom an irgendeinem Punkt
	erzeugte magnetische Kraft;
Wirbelstärke	Stromstärke
Winkelgeschwindigkeit	Stromdichte
Stromfeld um Kerne (von uns	
„Strudel“ genannt)	Magnetfeld um Leiter.

### Biot-Savart-Gesetz.

Daher konnten alle (singulären) Lösungen der Elektrodynamik sofort für die Wirbelbewegung benutzt werden, insbesondere das B i o t - S a v a r t - s c h e G e s e t z für die scheinbare magnetische Wirkung eines dünnen Stromleiterelements  $ds$  auf seine Umgebung. In unserem Fall lautet es mit Bezug auf (Abb. 8):

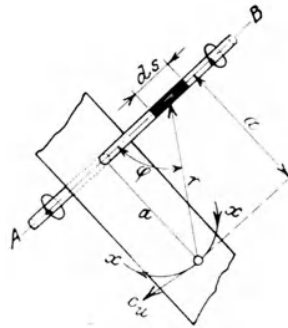


Abb. 8.

„Jedes Element  $ds$  des Wirbelkerns  $AB$  bedingt in einem Punkte ..außerhalb einen der Wirbelstärke proportionalen Geschwindigkeitsbeitrag

$$dc_u = k \cdot \frac{ds \cdot \sin \varphi}{r^2}$$

..senkrecht zu der durch  $ds$  und  $r$  gelegten Ebene, im Rotationssinn gerichtet.“

Die Wirkung nimmt also mit dem Quadrat des Abstandes  $r$  ab und ist am größten wenn

$$\varphi = 90^\circ, \quad \text{d. h. } r \perp ds.$$

Beim geradlinigen Faden („Stabwirbel“) ergibt dies im ganzen das schon oben erwähnte Gesetz, daß die resultierende Geschwindigkeit  $c = c_u$  umgekehrt proportional dem senkrechten Abstand  $a$  und überall tangential zum zugehörigen Kreise gerichtet ist.

$$c = c_u = \frac{V}{2\pi a},$$

das Gesetz des oben näher erläuterten „Strudels“. Der „Stabwirbel“ schiebt also scheinbar alle im Abstand  $a$  befindlichen Flüssigkeitsteilchen mit einer Geschwindigkeit  $c_u$  (umgekehrt proportional  $a$ ) im Kreise herum, z. B. auch einen dort befindlichen anderen parallelen Stabwirbel. Dieses Gesetz werden wir später anwenden.

Die von verschiedenen Fäden im selben Punkte bedingten Geschwindigkeiten superponieren sich nach dem Parallelogrammsatz (d. h. ihre Komponenten gleicher Richtung addieren sich algebraisch). Daraus folgte Helmholtz weiter:

„Zwei parallele geradlinige Wirbelfäden rotieren mit unveränderten Abständen um ihren gemeinsamen Schwerpunkt.“

Für dessen Ermittlung hat man sich die „Masse“ der Fäden proportional ihrer Wirbelstärke  $V$  eingesetzt zu denken.

### Anwendung der Wirbelgesetze auf die Propulsion.

Wir denken uns z. B. ein stillliegendes Luftschiff oder U-Boot (getaucht). Zum Anfahren braucht es einen Widerhalt an einer flüssigen Masse, die entgegengesetzt der Schiffsmasse und der der mitbeeinflussten Flüssigkeit Impuls (Bewegungsgröße) erhalten muß. Wie sehen diese Luft- oder Wassermassen aus?

Darauf geben uns die Abb. 9 und 10 Aufschluß. Erstere gibt die momentanen absoluten Stromlinien, die ein Wirbelpaar (2 entgegengesetzt gleiche Stabwirbel) um sich bedingt (eine harmonische Kreisschar). Jeder Wirbel treibt den anderen im Pfeilsinne fort, sie wandern daher parallel nach rechts mit konstanter Geschwindigkeit. Ihr „Schwerpunkt“ (s. o.) liegt nämlich im Unendlichen. Vom ruhenden Raum aus gesehen ist diese Absolutbewegung natürlich nichtstationär, weil das Stromrichtungsbild (Abb. 9) mit den Wirbeln fortwandert.

Näheres über Berechnung der Stromlinien findet sich in Lamb-Friedel, Hydrodynamik S. 88 und 264.

Fährt man jedoch auf einer gedachten Brücke mit den Wirbeln mit, so erblickt man die Relativströmung Abb. 10, die beweist, daß die Wirbel, die im Unendlichen zu einer Schleife verbunden sein müssen („Wirbelschleife“), einen bestimmten Wirbelklumpen Flüssigkeit dauernd mitnehmen. Denn die teils aus der Symmetrielinie  $FDC E$

teils aus den beiden Hälften des Ovals A B C D bestehende Verzweigungsstromlinie bleibt dauernd von gleicher Form und geschlossen und schiebt sich wie ein langer fester Zylinder quer zu seiner Längsrichtung durch die Um-

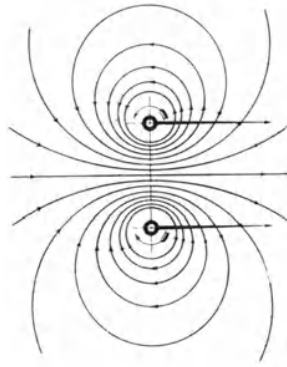


Abb. 9.

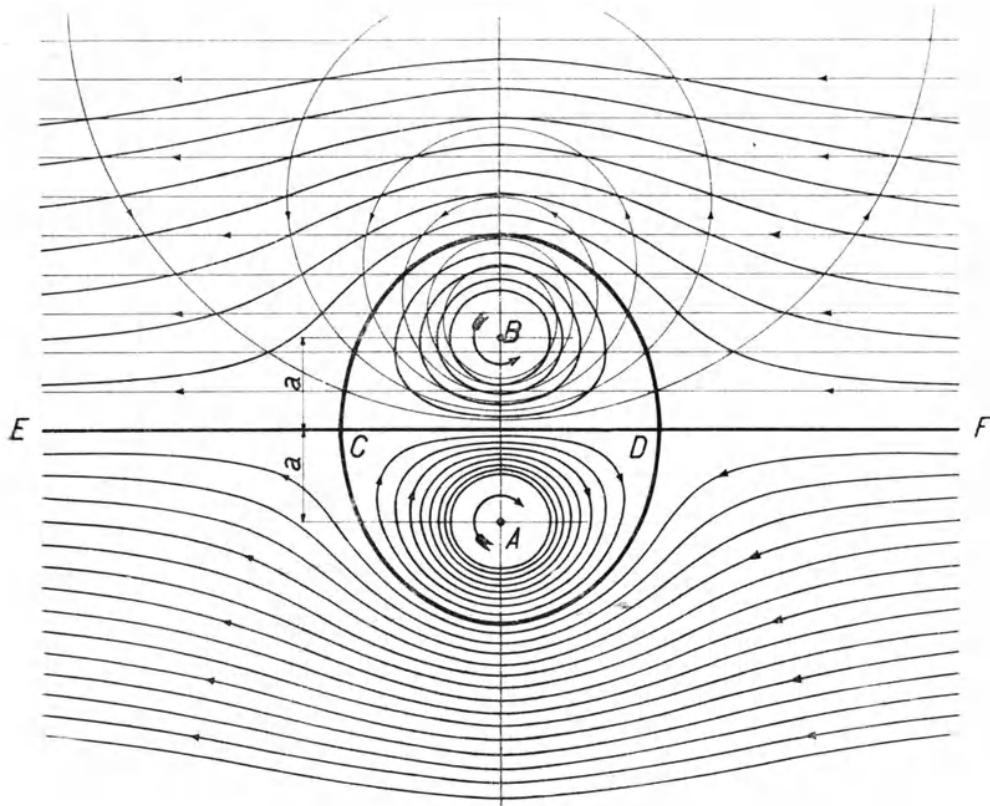


Abb. 10.

gebung fort<sup>\*)</sup>). Wenn die innere Relativbewegung nicht wäre, könnte man sich den pfahlartigen Klumpen zu Eis erstarrt denken.

Wir haben hier das einfachste Idealbild einer Walzenbö, sowie der Strömung, die ein langes Ruderblatt oder eine einzelne Schaufel eines Raddampfers erzeugen würde. Im letzteren Fall wäre E C D F die Wasseroberfläche, die obere Bildhälfte wäre wegzudenken.

Die Stromlinien sind aus den gerechneten Kreisen der Abb. 9 durch Zusammensetzen mit der negativen Translation (gerade Linien) und Diagonalziehen konstruiert (Verfahren von Maxwell).

Abb. 11 zeigt die absoluten Stromlinien eines Kreiswirbelrings, die der Abb. 9 ähneln. Entsprechend ähnlich ist daher das

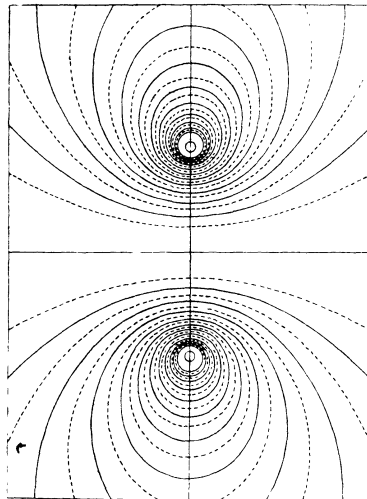


Abb. 11.

Bild der Relativströmung. Lord Kelvin hat gezeigt, daß hier der mitgeführte Wirbelklumpen bei nicht zu dünner Seele annähernd Kugelform besitzt. Wir können daher das Oval Abb. 9 auch angenähert für den Wirbelring gültig betrachten. (Bild einer Kugelbö.)

Dies zeigt uns, wie ganz allgemein eine sich in ruhender Umgebung fortschiebende Flüssigkeitsmasse (Bö) infolge der Unmöglichkeit von Geschwindigkeitssprüngen (Reibung!) ungefähr aussieht: ein im Innern selbst symmetrisch rotierender, einen „Kern“ zusammenhaltender Klumpen von Walzen- oder Ellipsoidform.

<sup>\*)</sup> Lamb-Friedel, Hydrodynamik, S. 264.

Abb. 12 erläutert nun anschaulich das Propulsionsprinzip im Lichte der Wirbeltheorie. Die Erzeugung des linken Wirbelrings (oder einer „Schleife“) A—B durch den „Propeller“ Q—Q' ergibt einen bestimmten Impuls, der nach allgemeinen Wirbelsätzen aus der vom Kern umschlossenen Fläche und der Zirkulation sofort zu berechnen ist. Er muß dem Impuls des Fahrzeugs plus der von ihm bewegten Flüssigkeit (in Form des durch die „Platten“ P—P' erzeugten Wirbels konzentriert gedacht) entgegengesetzt gleich sein. Der starke pilzförmig anwachsende Anfahrwirbel ist bei Schraubenschiffen sehr gut sichtbar.

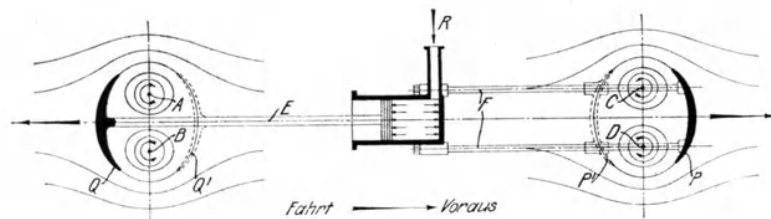


Abb. 12.

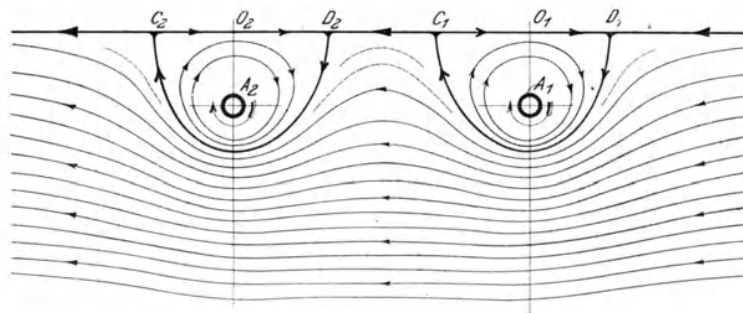


Abb. 13.

Wegen des dauernd durch den Forttrieb des „Schiffes“ rechts gebildeten Impulses muß auch vom „Propeller“ dauernd Impuls in der Form weiterer Wirbelklumpen geschaffen werden. Abb. 13 zeigt 2 Wirbelwalzen an der Wasseroberfläche, entsprechend etwa 2 Raddampferschaukeln.

Diese Abbildung bildet die Hälfte einer ähnlich Abb. 10 konstruierten Doppelabbildung. Man beachte die Stauzonen bei C<sub>1</sub> D<sub>1</sub> C<sub>2</sub> D<sub>2</sub>.

#### Idealer Schlitz- oder Rohrpropeller mit Kolbenwirkung.

Es hat keine Schwierigkeiten, analytisch oder graphisch statt der 2 Wirbel (bzw. Wirbelpaare) der Abb. 13 die Stromlinien für eine unend-

liche Wirbelreihe zu berechnen<sup>1)</sup>, die absoluten und die relativen, entsprechend etwa der Wirkung eines Radpropellers. Dadurch gelangen wir zum sogenannten Propellerstrahl, den die älteren Theorien als glatten zylindrischen Strahl (Rechteckquerschnitt für Räder, rund für Schrauben- und Turbinenpropeller) annahmen, der homogene Axialgeschwindigkeiten und einen sehr schroffen, durch eine unendlich dünne Reibungsgrenzschicht vermittelten Übergang nach der umgebenden, völlig unbeeinflussten und ruhenden Flüssigkeit aufwies.

Unsere ältere Vorstellung (Abb. 14) eines idealen, einfachsten Propellers betrachtet diesen als ein nahe seiner Mündung rechts mit Senken (Saugstellen), links mit Quellen gleicher Ergiebigkeit besetztes Rohr

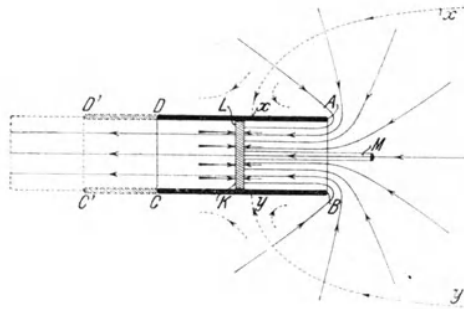


Abb. 14.

von Rechteck- („Schlitz“-Propeller) oder Kreisform („Rohr“-Propeller). Die einfachste Verwirklichung des Quellen-Senken-Systems ergibt ein dichter Kolben KL im Rohr ABCD, der aus dem ganzen das Rohr umgebenden Raum Flüssigkeit unter entsprechendem Druckabfall längs den gezeichneten (für einen „Schlitz“ gültigen) Absolutstromlinien ansaugt, während er die links im Rohr befindliche Flüssigkeit nach Erhöhung ihres Druckes strahlartig in die ruhende Umgebung hinausbefördert. Wesentlich ist dabei, daß bei CD keine Umsetzung von Geschwindigkeit in Druck eintritt (sie würde den Propellerschub verringern), sondern Verlängerung des „Strahls“, d. h. Vermehrung seiner Impulsmasse, pro Zeiteinheit etwa um das Stück CC'DD'. Es ist daher gut, wenn einerseits das zylindrische Rohr nicht sehr kurz, andererseits seine Austrittskante bei CD möglichst scharf

<sup>1)</sup> Die Lösung findet sich bei v. Karman und Rubach, Flüssigkeits- und Luftwiderstand, Physikalische Zeitschrift 1912, S. 55 u. f.

gestaltet ist, weil andernfalls bei einer Abrundung die Saugwirkung der Eintrittskante sich bis  $CD$  bemerkbar machen und eine Wiederumsetzung unterstützen könnte.

Steht dieser Propeller am Ort still, so ergibt die Rechnung, daß hier nur die Hälfte des Gesamtschubes auf den Kolben (und seine Stange) entfällt, während die andere Hälfte auf die Abrundungen der Rohrkanten  $AB$  wirkt. Beide Anteile kommen hier durch reine Saugwirkung (Unterdruck) zustande. Nähert sich nämlich die Kantendicke dem Betrag Null, so nähert sich der Saugdruck auf die Stirnseite der Kante im Idealfall einem bestimmten Grenzwert <sup>1)</sup>, der hier gleich dem halben Schube ist.

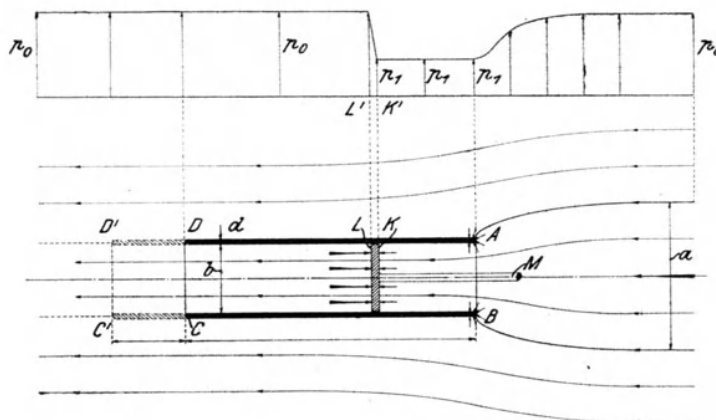


Abb. 15.

Abb. 15 zeigt die Druckverteilung längs der Axe, den Abfall vom Umgebungsdruck  $p_0$  auf den Ansaugdruck  $p_1$  vor dem Kolben, den Drucksprung  $p_1 - p_0$  im Kolben und das unveränderte Ausschleiben der Strahlmassen.

Zu beachten ist, daß durch den ortsfesten Propeller (Abb. 14) nach und nach die ganze Flüssigkeit des umgebenden unendlichen Bereiches gesaugt würde. Bewegt er sich jedoch nach rechts fort, so bildet sich eine Grenzstromlinie aus (z. B.  $xx$  und  $yy$ ), welche die durchgesaugte und die vorbeilaufende (allerdings auch radial herangeholte) äußere Flüssigkeit vor dem Propeller trennt.

Diese Trennlinie wandert um so näher an die Saugestelle  $AB$ , je höher die Fahrgeschwindigkeit im Vergleich zur Kolbengeschwindigkeit (je

<sup>1)</sup> Vgl. Grammel, „Die hydrodynamischen Grundlagen des Fluges,“ S. 21.

geringer der „Slip“). Bei hohem Verhältnis derselben hat sie etwa die Gestalt der Stromlinie durch A und B in Abb. 15.

Einer der Hauptmängel dieser Idealbilder von Propeller und Strahl besteht nun darin, daß die Reibungsgrenzschichten bei  $CC'$  und  $DD'$  äußerst labil sind und sich daher sofort in einzelne isolierte Wirbelkerne mit umgebenden Strudeln zusammenrollen, wodurch wir wieder zu unserem der Wirklichkeit beträchtlich näheren Idealbild (Abb. 12 und 13) bzw. seiner Vervielfachung gelangen.

Analog wäre Abb. 16 für einen runden, durch Aneinanderreihung von Wirbelringen gebildeten Reaktionsstrahl zu denken. Dies ist wichtig, weil wir in mancher Hinsicht den Schraubenstrahl durch das Ringsystem (Abb. 16) ersetzen dürfen.

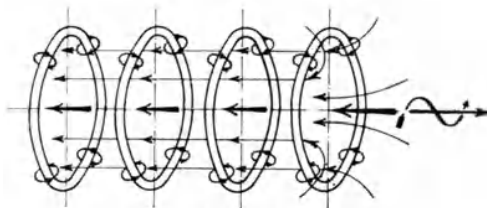


Abb. 16.

Wir entnehmen dieser Betrachtung außerdem die wichtige Tatsache, daß die lebendige Kraft des „Strahles“ (der „Austrittsverlust“ der „Turbine“) wegen der relativen Wirbelung beträchtlich größer ist als der einer fortgeschobenen, in sich unbewegten „Strahl“masse.

### Wirbelsystem des Schraubenpropellers.

Vorführung des Strahlmodells einer zweiflügeligen Rechts-Schraube:

2 äußere nach Rechts-Schraubenlinien gewundene, von den Flügelspitzen abgehende Wirbelzöpfe, im Sinn der Schraubendrehung den Flügeln langsamer folgend, absolut genommen nach hinten (Kielwasser) fortschreitend, bei gleichzeitiger Drehung. Der Rotationssinn des schraubenförmigen Kerns ist im Raum entgegengesetzt dem des Propellers. („Spitzenwirbel.“)

2 innere an den Nabenenden der Flügel abgehende linksgewundene enggedrillte Schraubenwirbel, im Sinn der Propellerdrehung diesem voraus-



eilend, die Rotation der Kerne gleichfalls in diesem Sinn. („Nabenwirbel.“)

Je ein äußerer und ein innerer Wirbel von gleicher Stärke  $I'$ . Daher Zirkulation um das innere System = Flügelszahl  $\times I'$ , um das gesamte System  $\Gamma = 0$  (wegen der paarweise entgegengesetzten Rotation).

### Große Steigung (Annäherung).

Zur Veranschaulichung des Strömungsbildes denken wir uns zunächst die Steigung sehr groß; die sehr steilen Spiralen entsprechen dann im Axenschnitt in erster Näherung den 3 parallelen „Stabwirbeln“ der

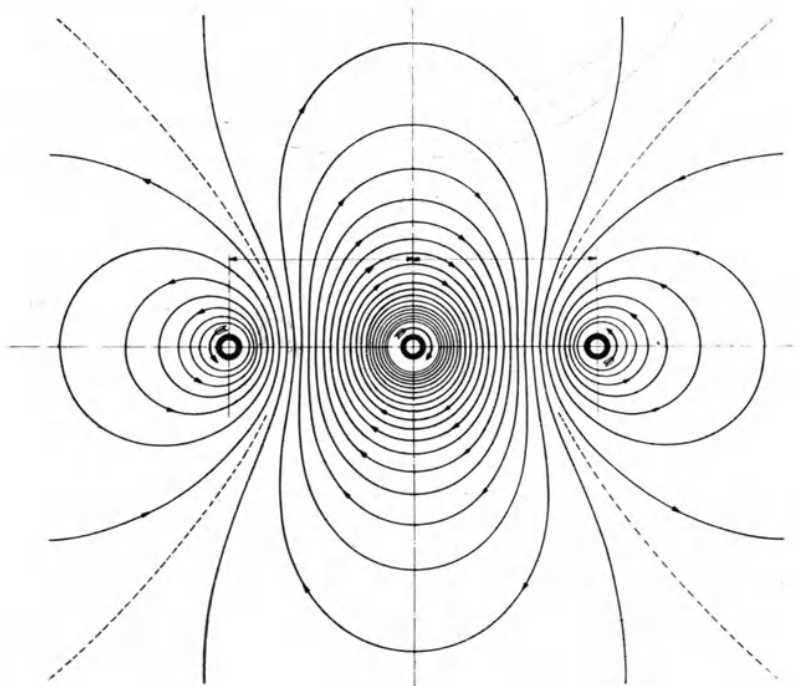


Abb. 17.

Abb. 17, wovon der mittlere von der doppelten Stärke ( $2 I'$  gegen  $I'$  der äußeren) die 2 Nabenwirbel vereinigt enthält. Das Bild ist aus 2 gleichen Bildern Abb. 9 (der Kreisscharen eines Wirbelpaares) durch Diagonalenziehen nach Maxwell konstruiert und gibt die Absolutströmung um das System, dessen 2 äußere Wirbel im Uhrzeigersinn um die Nabenwirbel umgetrieben werden.

Die erzeugten Absolutgeschwindigkeiten sind um so geringer, je größer der Abstand benachbarter Stromlinien.

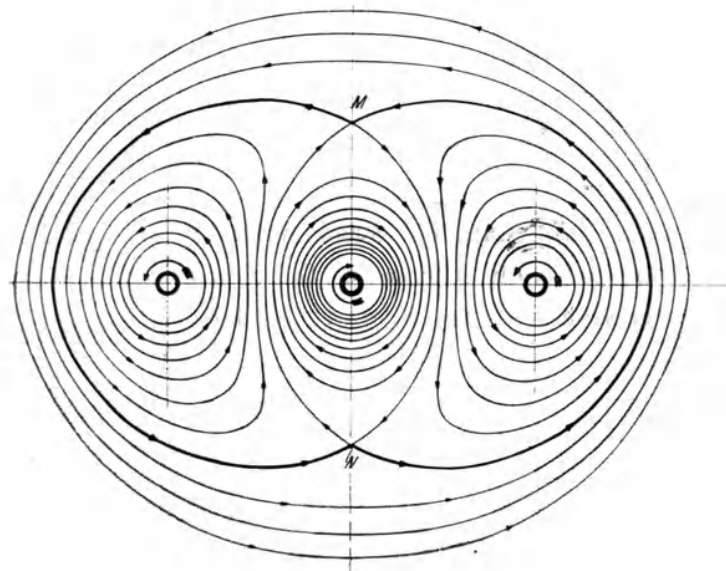


Abb. 17a.

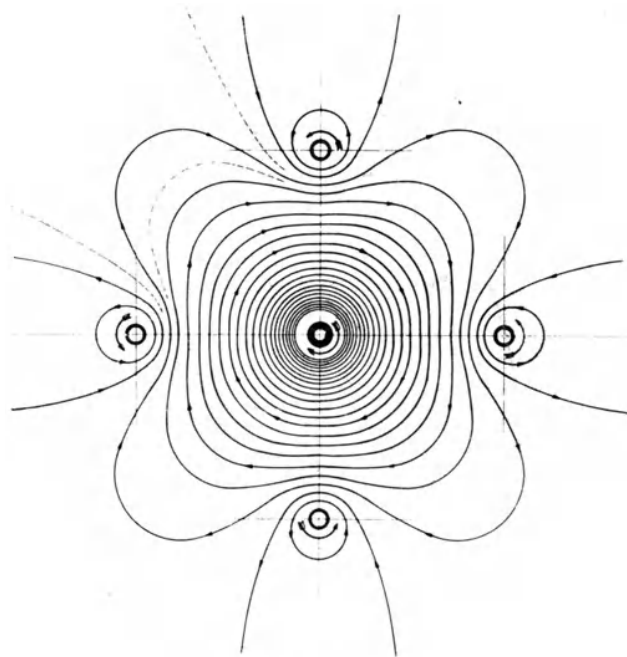


Abb. 18.

Abb. 17 a zeigt die Relativströmung, von einer gedachten, mit den äußeren Wirbelkernen mitrotierenden Brücke aus gesehen. Außen

nähern sich die relativen Stromlinien Kreisen. innen ist aber zwischen M—N ein aus 3 Stücken, einem mittleren der Nabenwirbel und 2 äußeren der Spitzenwirbel, bestehender Körper abgegrenzt; in diesem geht eine kräftige Relativedrehung vor sich, während die Wulsten mit den Spitzenwirbeln im Sinn der Schraube umlaufen.

Man könnte sich die dicke Stromlinie als membranartigen Schlauch denken, der die mitumlaufende Flüssigkeitsmasse abgrenzt. An ihrem Impulsmoment (Drall) findet das Drehmoment der Maschine vor allem seinen Widerhalt. Dazu kommt ein zweiter geringerer Betrag, von der

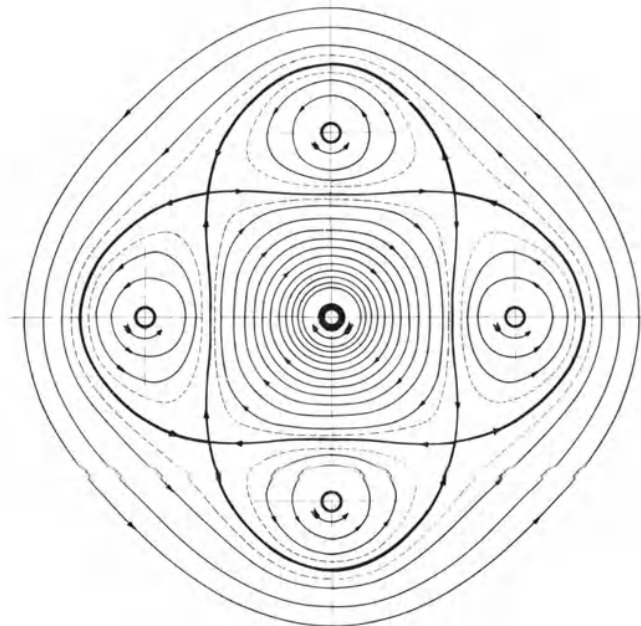


Abb. 18a.

durch Rotation des Schlauches außerhalb verdrängten Flüssigkeit herrührend. Das Gesamtimpulsmoment ist aus dem statischen Moment der zwischen den Wirbeln liegenden Ebene und der Zirkulation leicht zu rechnen.

Abb. 18 und 18 a stellt nun die Absolut- bzw. Relativströmung um einen 4-flügeligen Strahl dar, dessen weitere 4 Nabenwirbel vereinigt sind. Hier entsteht ein mitrotierender Flüssigkeitsschlauch mit 4 Wulsten, die aber im Verhältnis viel weniger weit ausgreifen als der des zweiflügeligen Propellers. (Gegenseitige Beeinflussung der Flügel und Wirbel.)

Immerhin geht der „Schlauch“ beträchtlich über die Spitzenwirbel hinaus. Ähnlich ergibt der dreiflügelige Propeller einen dreiwulstigen „Schlauch“ als Widerhalt für das Drehmoment.

Wir können uns nun in dem „Schlauch“ die Axialbewegung des Strahles vor sich gehend denken, die sich einfach superponiert, und haben nun ein erstes Bild vom Aussehen der Massen, auf die sich der Schub und das Drehmoment stützen. Bis hierher entstehen auch der analytischen Rechnung keine Schwierigkeiten, wohl aber beim Schraubenwirbel mit endlichem Steigungsverhältnis ( $h/d$  etwa zwischen 0,5—2,0). Hier fällt das Bild zwar ähnlich aus, es tritt aber eine gewisse Unsymmetrie der Wulstflanken ein, weil diese nicht mehr um gerade, sondern um Schraubenlinien-Kerne herumgelegt sind, und die Ausführung der analytischen Integration ist bisher nur für Punkte der Spitzenwirbel selbst durch Dr. Lauth gelöst, wie im historischen Überblick angegeben. Sie führt schon für diese speziellen Punkte auf sehr komplizierte Näherungsausdrücke. Dagegen gibt unsere

### Graphisch-analytische Integrationsmethode für beliebige räumliche Wirbelfäden

eine allgemeine Lösung. Sie beruht mit Bezug auf Abb. 19 auf der Umformung des Biot-Savartschen Gesetzes in

$$dc_u = k \frac{ds \cdot \sin \varphi}{r^2} = k \cdot \frac{d\varphi}{r}$$

da nämlich  $ds \sin \varphi = r d\varphi$  ist

Hieraus ergeben sich verschiedene graphische Methoden, z. B. durch Einteilung in gleiche  $d\varphi$  und Summierung der einzelnen  $\left(\frac{1}{r}\right)$ -Werte, unter anderm für ebene Wirbelsysteme gut verwendbar.

Vielseitiger ist das Integrationsverfahren gemäß Abb. 20—24, das die Geschwindigkeitskomponenten als Projektionen einer Fläche darstellt. Wir formen weiter, um in

$$dc_u = k \frac{d\varphi}{r} = \alpha \cdot dF = \alpha \left( \frac{r'^2}{2} \cdot d\varphi \right)$$

wobei  $\alpha$  ein aus Maßstäben sich ergebender konstanter Faktor,  $dF$  ein Flächenelement und

$$r' = \sqrt{\left(\frac{2k}{\alpha}\right) \cdot \frac{1}{r}} = \sqrt{\frac{\text{konst}}{r}} \text{ ist.}$$

Wir arbeiten also darauf hin, den Betrag  $dc_u$  als ein Flächenelement

$$\alpha \cdot dF = \alpha \left( \frac{r'^2}{2} d\varphi \right)$$

(in Polarkoordinaten) darzustellen. Da

$$k = \frac{\Gamma}{4\pi}, \text{ so ist konst} = \frac{\Gamma}{2\pi\alpha}$$

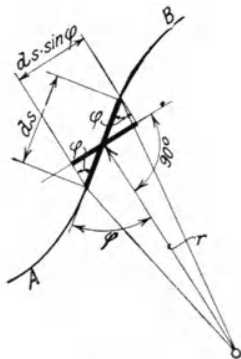


Abb. 19.

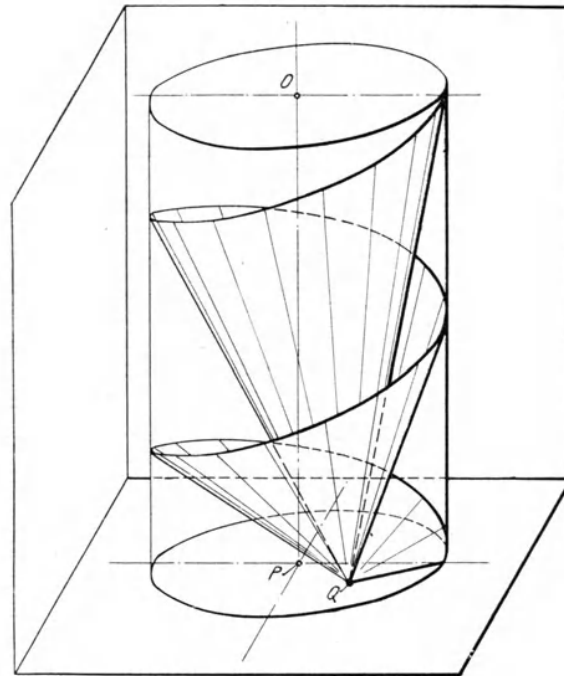


Abb. 20.

abhängig von Zirkulation und Maßstab;  $r'$  wird aus einer der Hilfskurven

$$r'^2 \cdot r = \text{konst} = \frac{\Gamma}{2\pi\alpha}$$

(Abb. 21) zu jedem  $r$  sofort abgegriffen und auf dem Radiusvektor vom „Aufpunkt“  $Q$  in Abb. 20 bzw.  $P$  in Abb. 25 als Strecke  $QA$  bzw.  $PA$  im Raum aufgetragen gedacht.

Die Beziehung für  $r'$  folgt leicht aus dem Vergleich der beiden Ausdrücke für  $dc_u$ , nämlich

$$k \cdot \frac{d\varphi}{r} = \alpha \left( \frac{r'^2}{2} d\varphi \right)$$

wobei das zu  $ds$  gehörige, den Bogen  $ds \cdot \sin\varphi = r \cdot d\varphi$  einschließende Winkелеlement  $d\varphi$  herausfällt.

Die zur numerischen Berechnung der Geschwindigkeit

$$c_u = \int dc_u = \int \alpha dF = \alpha \int dF$$

dienende Maßstabkonstante  $\alpha$  folgt aus der Konstanten der gewählten Hilfskurve und der Zirkulation  $\Gamma$  des Fadens zu

$$\alpha = \frac{\Gamma}{2\pi \cdot \text{konst.}}$$

Zu beachten ist, daß  $dc_u$  ein kleiner Vektor senkrecht zu der durch  $ds$  und  $r$  gelegten Ebene, also auch senkrecht zu dem in dieser Ebene liegenden Flächenelement

$$dF = \frac{r'^2}{2} d\varphi$$

ist. Zeichnerisch können wir aber nicht mit den im Raum aufzutragenden

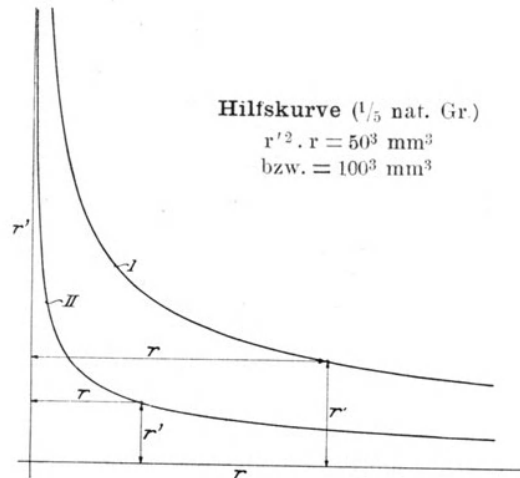


Abb. 21.

den Flächenelementen  $dF$  oder mit den räumlichen Vektoren  $dc_u$  selbst arbeiten, sondern nur mit ihren Projektionen  $dF_1$  usw. und  $dc_{u1}$  usw. in den verlangten Richtungen. Die gesamte Geschwindigkeit  $c_{u1}$  an irgend einem Punkte P oder Q in der Richtung 1 entsteht durch algebraische Summierung der Einzelbeiträge  $dc_{u1}$ . Wir erhalten nach einem bekannten Satze der analytischen Geometrie die Komponente  $c_{ux}$  in einer beliebigen Richtung X, indem wir die Flächenelemente  $dF$  auf die zu X senkrecht gezogene Normalebene projizieren und den Inhalt

$$F_x = \int dF_x$$

dieser Projektionsfläche ermitteln.

Das graphische Verfahren selbst zeigen wir zunächst am

**Beispiel des ebenen Kreiswirbels (Rauchring).**

Die Kernaxe sei ein Kreis von 100 mm Radius. Es sollen zunächst die Axialgeschwindigkeiten (senkrecht zur Kreisebene) für die Punkte der Ebene inner- und außerhalb des Kreises ermittelt werden. Aus Symmetriegründen können wir uns auf die Punkte eines Radius und auf die halbe Kreislinie beschränken.

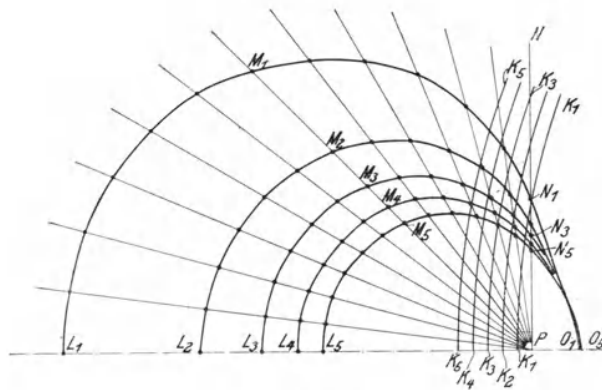


Abb. 22.

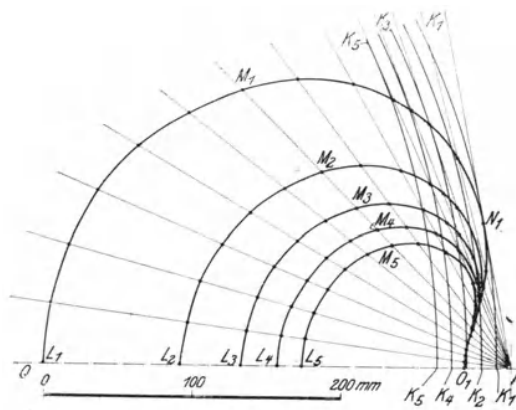


Abb. 23.

In Abb. 22 sei  $K_5$   $K_5$  der Kreis, P der „Aufpunkt“, für den wir die Geschwindigkeit ermitteln wollen. Wir legen durch P beliebig verteilte Strahlen nach dem Kreisumfang hin, z. B.  $PK_5 = r_5$ . Zu dem so erhaltenen  $r_5$  greifen wir aus der Hilfskurve Abb. 21 (die ein für allemal scharf gezeichnet vorliegt), nachdem wir uns aus Rücksichten der Zeichnungsgröße

für die untere Kurve entschieden, das zugehörige  $r'$  als Ordinate ab und tragen es als Strecke  $PL_5$  auf dem genannten Strahl  $PK_5$  auf. Ähnlich verfährt man mit den übrigen Strahlen, z. B.  $PM$ , wobei man Punkt  $M_5$  erhält usw. Dabei liefern die Kreispunkte links des Lotes  $PN$  den großen links liegenden Teil  $L_5 M_5 N_5 P$  der Fläche  $L_5 M_5 N_5 O_5$ , während der große übrige Teil der Kreislinie (in Abb. 22 nicht gezeichnet) infolge seiner beträchtlichen Abstände  $r$  nur den kleinen Beitrag  $PN_5 O_5$  zur Fläche, d. h. zur Geschwindigkeit, liefert.

Da jedem Kreispunkt ein Punkt der Randkurve  $L_5 M_5 N_5 O_5$  zugeordnet wird, bildet diese eine nach dem Gesetz der Hilfskurve erhaltene Art „A b - bildung“ der Wirbelseele. Da wir immer mit geschlossenen Wirbelfäden zu tun haben, ergeben sich immer geschlossene Randkurven  $r'$ , deren Fläche planimetriert das Maß für die betreffende Geschwindigkeitskomponente ergibt.

Für andere Lagen des „Aufpunktes“  $P$  schiebt man am besten den Kreis in die Nachbarlagen  $K_1$  usw. und erhält die Randkurven  $L_1 M_1 N_1 O_1$  usw. von kreisähnlicher bzw. nierenförmiger Gestalt.

Regel: Das Vorzeichen ergibt sich aus dem Umlaufsinn der Randkurve, wenn man stets eine bestimmte Punktfolge der Wirbellinie einhält. Dies gilt auch bei räumlichen Wirbelseelen, wobei man eine bestimmte Koordinatenfolge (Rechts- oder Linkssystem) festhalten muß. —

Für Punkte sehr nahe dem Kreis (Abb. 22 und 23) ist dieser im Original vergrößert (mit 500 mm Radius) gezeichnet. Man erkennt die nierenförmige Gestalt der sich ergebenden Kurven. Die analytische Integration führt schon bei so einfacher Wirbelform auf elliptische Integrale erster und zweiter Gattung für den Flächeninhalt.

In genannter Weise sind nun die übrigen Axialgeschwindigkeiten für einen Kreiswirbel (Abb. 24) ermittelt, der auch für Punkte nahe einem beliebigen räumlichen (z. B. Schraubenwirbel) als sehr angenäherter Ersatz dienen kann, weil die Einflüsse relativ weiter entfernter Elemente quadratisch abnehmen.

Man erkennt unten die verschiedenen Formen und Inhalte der Randkurven zu den verschiedenen Aufpunkten, oben im Diagramm der Flächeninhalte die Geschwindigkeitsverteilung längs des Radius in der Kreisebene. Dabei zeigt sich ein sehr starkes Ansteigen der Absolutgeschwindigkeit.



keiten nach dem Kern zu, entsprechend einer Annäherung an das Gesetz des geradlinigen Fadens

$$c_{II} \cdot r = \text{konst} = \frac{\Gamma}{2\pi}$$

Interessant ist die starke negative Geschwindigkeit außerhalb des Ringes und das schnelle Abklingen weiter nach außen.

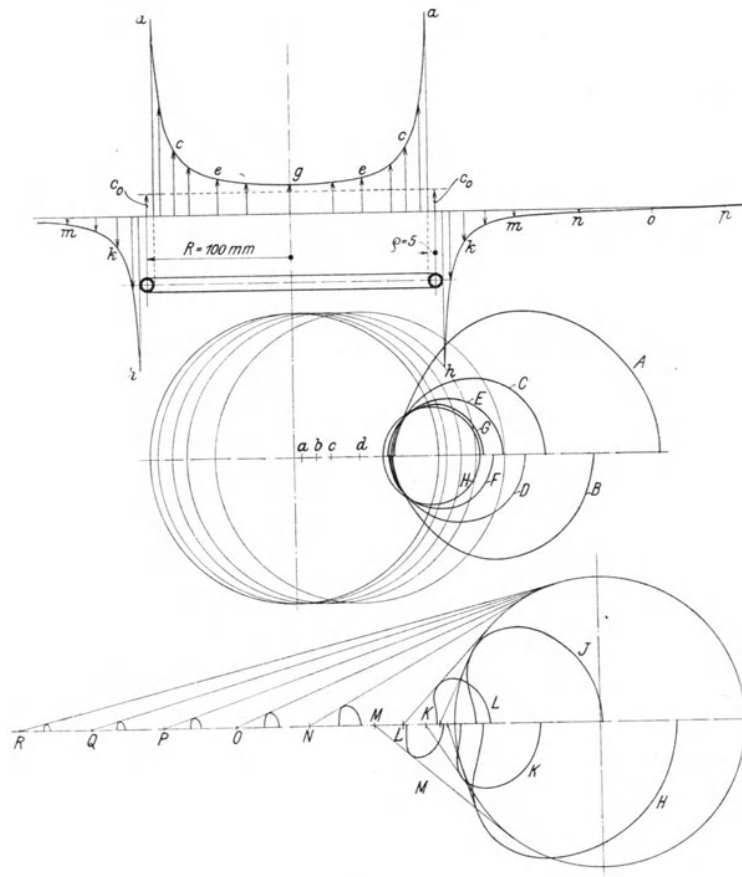


Abb. 24.

Diese Grundtatsachen und die des folgenden Abschnittes gelten auch für räumlich gekrümmte Wirbel.

#### Eigengeschwindigkeit des Fadens selbst.

Will man die Eigengeschwindigkeit des Fadens selbst, so muß man beachten, daß das Biot-Savart-Gesetz nur für den wirbelfreien „Strudel“-Raum gilt, innerhalb des Kerns jedoch nicht. In diesem ist die Umfangsgeschwindigkeit sehr angenähert dem Abstand von der Kernaxe

proportional, wie früher dargelegt. Daher ermittelt man die Geschwindigkeit je für einen Punkt in gleichem Abstand von der Kernaxe radial nach außen und nach innen an der Kerngrenze und nimmt das arithmetische Mittel. Dies entspricht linear zunehmender Geschwindigkeit. Besser noch kann man die Axialgeschwindigkeit für einen Punkt des Kernmantels ermitteln, der über der Kernaxe liegt, senkrecht zur Ringebene.

Die so ermittelten Werte für die Eigengeschwindigkeit von Wirbelringen stimmen mit den Werten überein, die aus der Kelvin'schen Formel

$$c_0 = \frac{\Gamma}{4\pi R} \left( \lg \frac{8R}{\varrho} - \frac{1}{4} \right)$$

[wobei  $R$  = Ringradius,  $\varrho$  = Kernradius]

rechnerisch ermittelt wurden; sie wachsen stark mit abnehmendem Kernradius.

#### Verfahren bei allgemeinen Raumpunkten.

Liegt der Aufpunkt  $P$  (Abb. 22) nicht in der Zeichenebene (Ringebene), sondern z. B. um  $y$  darüber, so erhält man  $r$  aus einem rechtwinkligen Dreieck mit z. B.  $PK$ , als einer  $y$  als anderer Kathete. Zur Hypotenuse  $r$  greift man wieder  $r'$  aus der Hilfskurve ab und trägt es auf der Hypotenuse auf. [Dies entspricht dem räumlichen Auftragen von  $r'$  auf dem Radiusvektor  $r$  vom Aufpunkt  $P$  nach dem Wirbelseelenpunkt  $K$ .] Daraus ergibt sich sofort die Projektion von  $r'$  in die Zeichenebene; alle  $r'$  bilden im Raum die Erzeugenden eines vom Aufpunkt  $P$  nach den Punkten der Kernaxe gezogenen Kegels (vgl. Abb. 20 und 25); die Projektionen der Radienendpunkte  $r'$  liefern die neue Randkurve in der Zeichenebene, deren Flächeninhalt wieder die Axialgeschwindigkeit bedeutet.

Gegen früher kommt also hinzu, daß man in einer rechtwinkligen Hilfsfigur  $r$  abgreifen,  $r'$  auf  $r$  abtragen und in der gewünschten Richtung projizieren, d. h. seine Komponente abgreifen muß. Dies gibt nur einen ganz geringen Mehraufwand an Zeit gegenüber dem ebenen Verfahren.

Genau entsprechend verfährt man zur Ermittlung der Radialkomponenten: man projiziert die räumlichen Radienvektoren  $r'$  auf die Ebene senkrecht zum Radius und ermittelt den Inhalt der so entstehenden Randkurve.

Der Übergang zu beliebigen räumlichen Wirbelkern-Formen bietet nun nichts Neues mehr; wir sehen dies am

**Beispiel des zylindrischen Schraubenwirls (Abb. 25).**

Die Geschwindigkeit werde für Punkt P (auf der Schraubenaxe) gesucht. Wir denken uns wieder nach einzelnen Punkten (a, b) der Kernaxe die Radienvektoren von P gezogen, die einen tütenartig gerollten Doppelkegel bilden. Praktisch zeichnet man nur den Grundkreis ( $a_1 b_1$ ) und ermittelt die Höhen  $a_1 a$  usw. aus einem Dreieck oder rechnerisch. Aus dem rechtwinkligen Dreieck  $Pa_1 a$  folgt  $r_a = Pa$  als Hypotenuse, hierzu nach Hilfskurve auch  $r'_a = PA$ , das auf  $r$  abzutragen und durch Hilfsdreiecke auf I

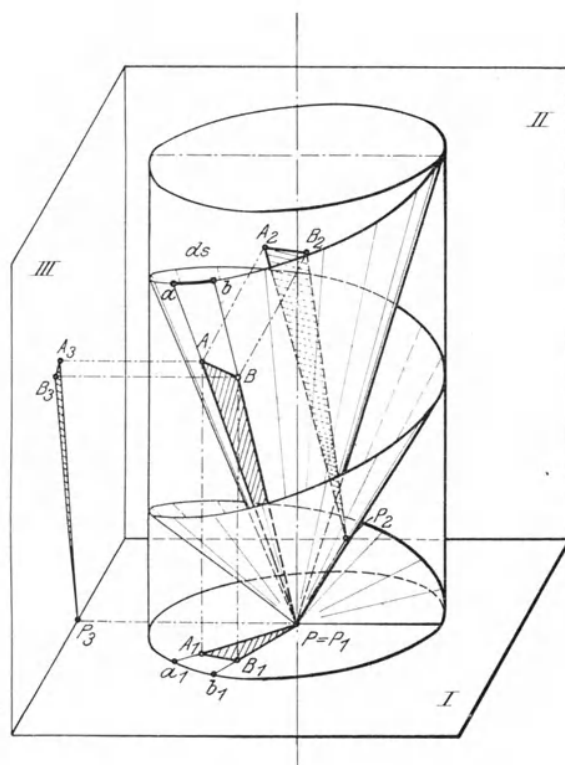


Abb. 25.

(=  $P_1 A_1$ ), auf II (=  $P_2 A_2$ ) und auf III (=  $P_3 A_3$ ) zu projizieren ist. Ebenso verfährt man mit Punkt b ( $B B_1 B_2 B_3$ ) usw.

Die Projektion des kleinen Raumdreiecks  $P A B$  auf den Grundriß ( $P_1 A_1 B_1$ ) gibt den Beitrag zur Axialgeschwindigkeit, die auf Ebene II und III die Komponenten senkrecht zu II und III.

Man erhält schnellkonvergierende Spiralen und beschränkt sich auf je 1 oder 2 Umgänge der Schraubenlinie. Die übrigen berücksichtigt man

rechnerisch durch ein Restglied. Vgl. Anhang III. Will man nur ein Bild der Geschwindigkeitsverteilung (ihrer Unterschiede), so kann das Restglied vom 2. Umgang ab seiner Kleinheit wegen unberücksichtigt bleiben.

Die axonometrische Zeichnung soll natürlich nur zur Veranschaulichung des räumlichen Verfahrens dienen.

Über zahlreiche Vereinfachungen und Kniffe beim Schraubenwirbel usw. wird an anderer Stelle berichtet werden. Durch dieses Verfahren wird die Integration der hydrodynamischen Gleichungen auf eine scharf definierte Aufgabe der darstellenden Geometrie zurückgeführt, die für jeden beliebigen Raumpunkt für sich, unabhängig von anderen, die Geschwindigkeitskomponenten liefert. Durch Vermeidung jeglichen „Probierens“ ist diese Integration der Methode der Aufzeichnung von Potential- und Stromliniennetzen an Schärfe weit überlegen.

#### **Anwendung des Verfahrens für die Elektrodynamik.**

Deutet man die Fäden als Stromleiter, so ergeben die Flächeninhalte die Komponenten der magnetischen Kraft für beliebige Drahtformen und Raumpunkte. Daraus dürfte die Elektrotechnik Nutzen ziehen.

#### **Magnus-Effekt und Zirkulationstheorie.**

Ehe wir die Resultate beim Schraubenwirbel zeigen, soll eine Erweiterung der Wirbelauffassung vorgeführt werden, an Hand einer Entdeckung des hervorragenden Experimentalphysikers Magnus, veröffentlicht in Poggendorfs Annalen 1853. S. 1: „Über die Abweichung der Geschosse“.

Magnus fand bei Untersuchung der Luftströmung um geschoßähnliche Körper, daß ein schnellrotierender zylindrischer Körper, der senkrecht zu seiner Achse vom Winde beströmt wird, nicht nur den gewöhnlichen in die Windrichtung fallenden Widerstand erfährt, sondern auch eine Seitenkraft, senkrecht zum Wind und zur Achse, nach jener Seite hin, wo die relative Wind- und die Drehungsgeschwindigkeit sich addieren. Dieser Effekt wuchs mit zunehmender Drehzahl.

#### **Erklärung des Magnus-Effekts.**

Im Lichte der Prandtl'schen Grenzschichtentheorie gibt uns Abb. 25 a eine Erklärung. Solange der Zylinder stillsteht, liegt der hintere Staupunkt bzw. die dort abgehende Wirbelschleppe aus Symmetrie-

gründen in der Windrichtung. Die Rotation stört die Symmetrie und erteilt dem Körper, wie Maxwell sagt, eine „Polarisation“, durch die man z. B. seine beiden kongruenten Enden voneinander unterscheiden kann. Dadurch wird den Grenzschichten auf der Oberseite das Eindringen in die hintere Stauzone erleichtert, denen der Unterseite erschwert. Die hintere Stauzone und die Ablösungswirbel rücken daher im Drehsinn herum und ergeben auch eine Seitenkraft.

Sonach verhält sich ein rotierender Zylinder hinsichtlich der Seitenkraft wie eine schräge Platte, die auch eine einseitige Richtung der Wirbelschlepe erzeugt.

Eine für unsere Zwecke bestimmte Erweiterung des Experiments zeigt Abb. 26, wo ein großer und ein kleiner rotierender Zylinder durch einen losen Riemen verbunden sind, der die Seitenkraft aufnimmt. Hier erkennen

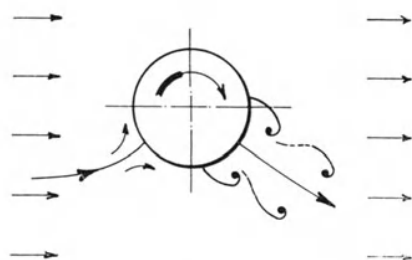


Abb. 25 a.

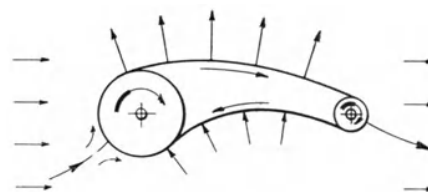


Abb. 26.

wir schon eine große Ähnlichkeit des Riemenbildes mit Turbinenschaukel- oder Propellerflügel-Formen.

Erst viel später als Magnus hat Lord Rayleigh die Theorie entwickelt für die verwandte Erscheinung der Seitenabweichung stark rotierender Tennisbälle und gefunden, daß das Zusammenwirken von Zirkulation und Translation auf der einen Flanke verminderten, auf der anderen vermehrten Druck, also eine resultierende Seitenkraft auch in reibungsfreier Flüssigkeit ergibt, daß daher das Vorhandensein einer Zirkulation eine hinreichende Bedingung für die Seitenkraft ist.

Was in idealer Flüssigkeit vorgeht, zeigt Abb. 27 durch Vereinigung einer gewöhnlichen Strudelströmung mit einer von rechts ankommenden Relativtranslation.

Abb. 28 läßt in größerem Maßstab die Vorgänge am Staupunkt A erkennen, der die Spitze eines sackartigen geschlossenen Bereiches

bildet, in dem nur kreisende Flüssigkeit dauernd umläuft. Man kann sich diesen geschlossenen Bereich oder irgendeine innere geschlossene Stromlinie auch erstarrt denken (schraffiert gezeichnet) und erhält ein

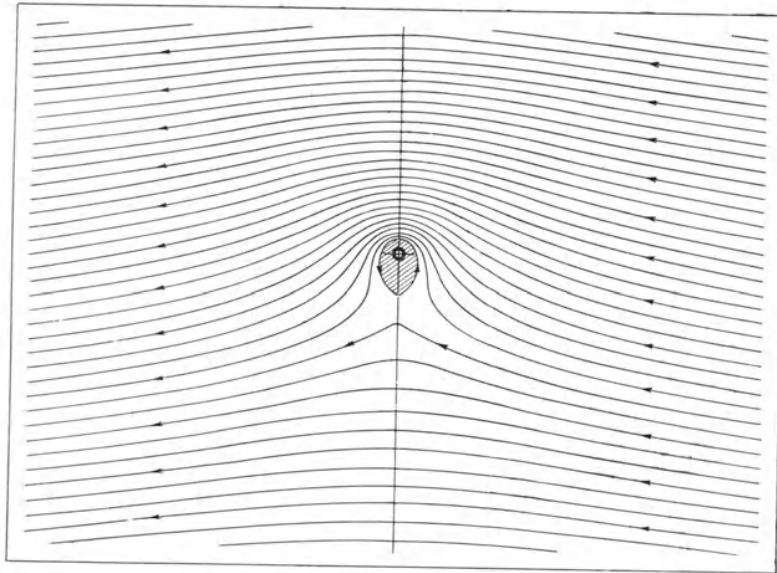


Abb. 27.

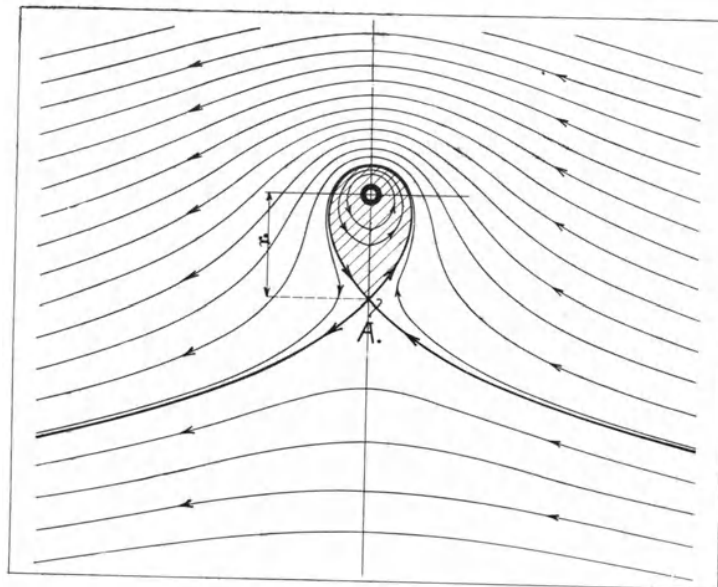


Abb. 28.

gewisses Idealbild einer Trag- oder Treibfläche (Propellerflügel, Turbinenschaufel). Ein flüssiger Wirbelkern könnte natürlich keine Seitenkraft dauernd aufnehmen.

### Elektrische Analogie.

Die genau entsprechende elektrodynamische Deutung dieser Bilder gibt die Störung eines homogenen Magnetfeldes (geradlinige Kraftlinien) durch einen dazu senkrechten Stromleiter (konzentrische kreisförmige Kraftlinien). Die auf den Leiter wirkende Kraft wäre proportional seiner betrachteten Länge, der Stromstärke und der Stärke des homogenen Magnetfeldes.

### Auftriebs- oder Seitenkraft.

Ins Hydrodynamische zurückübersetzt heißt dies:

„Die auf einen erstarrten Wirbelkern ausgeübte Seitenkraft (Auftrieb  $A$  senkrecht zur relativen Translationsströmung) ist proportional der Länge des Kernstücks  $l$ , der Wirbelstärke  $\Gamma$ , der Translationsgeschwindigkeit  $c_0$  und (selbstverständlich) der Dichte  $\mu$  des strömenden Mediums:

$$A = \mu \cdot l \cdot \Gamma \cdot c_0$$

Kutta hat nun 1902 die äußere Potentialbewegung durch konforme Abbildung auf den Fall eines zu einem Kreisbogen zusammengeklappten Kreises übertragen und so eine Theorie gebogener Trag- und Treibflächen begründet, die nach Berücksichtigung der am freien Ende endlich langer Schaufeln abgehenden Wirbelzöpfe (vgl. unsere „Spaltverlust“-Abb. 7) nach Prandtl<sup>1)</sup> recht gute Übereinstimmung mit der Wirklichkeit ergeben hat.

Joukowski hat 1912 die obige Auftriebsformel als für jede, eine Zirkulation  $\Gamma$  (also eine gewisse einseitige Wirkung) besitzende Kernquerschnittsform gültig bewiesen und insbesondere die Kutta'sche Rechnung für verdickte, flügelähnliche Kernprofile durchgeführt.

Wir zeigen nun, daß das Vorhandensein einer Zirkulation um die Schaufel eine notwendige Bedingung für Seitenkräfte ist. Dabei gelangen wir zu einem für die gesamte höhere Turbinen- und Propellertheorie wichtigen Satz, dem

### III. Hauptsatz der Turbinentheorie.

Er stellt nämlich den Zusammenhang mit der obigen „Zirkulationstheorie“ her und lautet:

$$\left(\frac{L}{\text{sec}}\right) = \mu \cdot \psi (I_2 - I_1) \cdot u'$$

<sup>1)</sup> Vgl. Grammel, Hydrodynamische Grundlagen des Fluges. Sammlung Vieweg 1917. S. 115.

$\frac{L}{\text{sec}}$  = sekundlich dem Rade zuzuführende Arbeit,

$\mu$  = Massendichte  $\frac{\gamma}{g}$ ,

$\psi$  = Fluß = sekundlich neu bearbeitetes, durch die vom Wirbel begrenzte Fläche strömendes Flüssigkeitsvolumen,  
 $I_2, I_1$  = Zirkulationen um die Turbinenaxe vor und hinter dem Rade,

$n' = \frac{n}{60}$  = sekundliche Drehzahl des Schaufelrades.

Ist der Anfangsdrall  $I_1 = 0$  (z. B. bei den meisten Propellern), so gilt einfach

$$\left(\frac{L}{\text{sec}}\right) = \mu \psi I_2 n'.$$

Derselbe Satz für das Drehmoment angeschrieben, lautet:

$$M = \frac{\mu}{2\pi} \psi (I_2 - I_1)$$

bzw.

$$M = \frac{\mu}{2\pi} \cdot \psi I_2.$$

Der Beweis folgt leicht aus dem Eulerschen Momentensatz, da

$$I_1 = 2\pi r_1 c_{u1}$$

$$I_2 = 2\pi r_2 c_{u2}.$$

### Notwendigkeit der „Zirkulation“ an den Schaufeln.

Er sagt aus, daß ein Unterschied der Zirkulationen um die Axe vor und hinter dem Flügelrad vorhanden sein muß.

Abb. 29 erläutert nun den Satz, „daß die Summe „der Zirkulationen „um die einzelnen Schaufeln  $ABB'A'A + BCC'B'B + \dots$  einfach gleich „dem Unterschied der Zirkulationen längs den die Achse umschließenden „Kurven, also

$$\Sigma I_0 = I_2 - I_1$$

„(algebraisch genommen) sein muß.“

Die Beiträge  $AA'$ ,  $BB'$  usw. kommen nämlich in der Summierung je zweimal mit verschiedenem Vorzeichen vor, heben sich daher auf. Ist also ein Drehmoment und damit eine Differenz  $I_2 - I_1 = \Sigma I_0$  vorhanden, so müssen auch Zirkulationen um die Schaufeln vorhanden sein.

Bei gleichartigen Schaufeln und sonstiger Symmetrie wäre jede derselben

$$I_0 = \frac{I_2 - I_1}{i}.$$



Durch unsere obigen Sätze wird die Zirkulationstheorie auch auf den Fall rotierender Körper übertragen, wobei sie eine Aussage für die Drehmomente und Arbeiten ergibt.

**Ersatz der Flügel durch ein System von erstarrten Wirbelkernen.**

Dies alles nun mit dem Satze zusammengehalten, daß jede im Unendlichen ruhende Strömung mit oder ohne Zirkulation durch eine bestimmte Verteilung von Wirbeln erzeugt werden kann, berechtigt uns zu dem Schlusse, daß wir jede Turbinenschaufel und jeden Propellerflügel durch ein System geeignet in ihrem Querschnitt verteilter erstarrter Wirbel ersetzen können. (Abb. 30.) Durch geeignet gewählte, teils rechts-, teils linksdrehende Wirbel

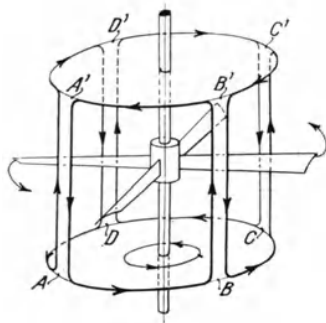


Abb. 29.

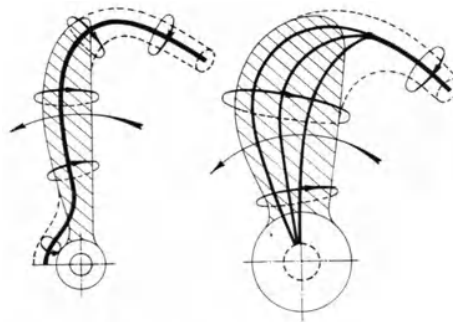


Abb. 30a und b.

kann man die Strömung um jede Schaufel- oder Flügelform beliebig genau dreidimensional konstruieren.

Dabei genügt es, besonders in bezug auf „Fernwirkungen“, d. h. Wirkungen auf Teilchen, die nicht sehr nahe der Flügeloberfläche, sondern zwischen den Flügeln liegen, sich nur mit ganz wenigen, unter Umständen einem einzigen Ersatzwirbel zu begnügen (z. B. bei schmalen Luftpropellern, insbesondere zweiflügeligen). Weit über die bisher allein mögliche zweidimensionale Betrachtung von Schaufelgittern hinausgehend, ergibt sich so

**die einheitliche Behandlung des gesamten Wirbelsystems.**

Sie ist dadurch möglich, daß wir, wie in unserem Modell, jeden Flügel einfach als erstarrte Fortsetzung seines Spitzen- und zugehörigen Nabenwirbels betrachten, welche am freien Ende (Anfahrwirbel) zu einer sonach geschlossenen Schleife verbunden sind. (Abb. 31.)

Durch Fortbewegung des Flügels unter Arbeitsaufwand durch äußere Kräfte (bzw. Momente) wird die von jeder Wirbelschleife umschlossene Fläche (hier zunächst eben gezeichnet, in Wahrheit zu einer Schraubensfläche verdrillt) in jeder Sekunde um einen bestimmten Betrag vergrößert und dementsprechend auch die dieser Fläche proportionalen physikalischen Größen.

Hier zeigt sich die Fruchtbarkeit des elektrodynamischen Bildes: der die Pole (Spitze und Nabe) des beweglich gleitenden Stromleiters  $AO$  (Flügels) außen schließende Stromkreis  $ACDO$  (Wirbelfaden) umschließt momentan eine bestimmte Fluß-, magnetische Moment- und Energiegröße (Kraftlinienzahl bzw. Impulsmenge und Wirbelenergie), die durch das Fortbewegen des Leiters (Flügels) pro Zeiteinheit

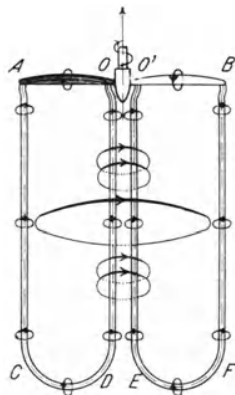


Abb. 31.

einen bestimmten Zuwachs erhalten. Die Stromstärke (Wirbelstärke) muß für jeden solchen Stromkreis im ganzen konstant sein. Die Zahl der Kreise ist gleich der Flügelzahl.

Abb. 31 erläutert dies, zunächst für unendliche (d. h. große) Steigung. Die Spitzenwirbel  $AC$  und  $BF$  sind später zu einer rechtsgewundenen, die Nabenwirbel  $DO$  und  $EO'$  (da sie dem Flügel vorausrotieren) zu einer linksgewundenen Schraubenslinie verdrillt zu denken.

An der Anfangsschleife  $CD$  und  $EF$  erweitern sich die Wirbel allmählich zu dem Anfahr-Pilzwirbel. Der mittlere Teil bleibt merklich zylindrisch, der Anschluß an den Flügel geht von diesem zum Zylinderdurchmesser hinab ein bestimmtes Stück einwärts, entsprechend der aus gewöhnlichen Strahltheorien wenigstens ihrer Größenordnung nach abschätzbaren „Strahlkontraktion“.

Betrachtet man, was praktisch oft erfüllt und immer zulässig ist, die Nabenwirbel zu einer axialen Seele vereinigt, so ist die Strömung im zylindrischen Strahl stationär relativ zu jedem konzentrischen, an den Spitzenwirbeln gleichmäßig entlangleitenden Koordinatensystem. Es besteht die bekannte Schraubensymmetrie, so daß auf allen Schraubenlinien gleicher Ganghöhe derselbe Zustand herrscht (Geschwindigkeiten, Drücke<sup>1)</sup>). In allen Querschnittsebenen senkrecht zur Achse herrscht gleichfalls derselbe Zustand, nur sind die Hauptachsen der Ebenen um bestimmte Winkel gegeneinander längs der Achse verdreht.

Die Spitzenwirbel rollen sich mit bestimmter Umfangs- (und entsprechender Winkel-) Geschwindigkeit zwischen ruhender Umgebung und Strahlmasse ab und schreiten mit bestimmter Axialgeschwindigkeit nach hinten fort.

Vom festen Raum gesehen ist die Bewegung des Zylinderteiles natürlich nichtstationär, dagegen wieder vom Flügel aus gesehen.

Selbstverständlich entsprechen Abb. 30 und 31 nur einem Idealbild. Die Wirklichkeit weicht davon in doppelter Hinsicht etwas ab:

1. sind die Wirbelkerne nicht scharf abgegrenzte einheitliche Körper, sondern aus den weggespülten dünnen Wandreibungs-Grenzschichten, also flächenartigen Gebilden, zusammengerollt (vergleichbar tütenartig gerollten Metallstreifen). Dem entspricht ein abgerundeter Geschwindigkeitsübergang vom Strudel zum Kern (vgl. Abb. 30 b);
2. sind die Spitzen- und Nabenwirbel nicht nur durch CD (Abb. 31), sondern durch zahlreiche kleine Wirbel mit radialen Komponenten verbunden (die hinter jedem länglichen Körper sich bildenden, der Längsachse ursprünglich parallelen Ablösungswirbel oder „Rücken“ wirbel, Abb. 4 und 25 a. S. 427).

Dementsprechend muß die Wirbelstärke  $F$  der Spitzen- und Nabenwirbel allmählich nach dem Anfahrwirbel zu abnehmen (elektrodynamisch bedeutet dies einen Nebenschluß zwischen den Hauptsträngen AB und OD durch dünne radiale Leiter).

<sup>1)</sup> Gemeint sind hier natürlich die dynamischen Druckunterschiede, die den Geschwindigkeitsunterschieden entsprechen, nicht die darüber gelagerten, den Höhenunterschieden entsprechenden statischen.

### Die Energiegleichung.

Entsprechend einem beweglichen Stromleiter, der sekundlich eine bestimmte Kraftlinienfläche überstreicht und dabei Kraftlinien schneidet, muß auch dem Flügel Energie zugeführt werden; ein je nach der Fahrgeschwindigkeit veränderlicher Bruchteil (für die Standschraube = 0) wird in Form der auf die Schraubenwelle übertragenen Schubarbeit nach außen zurückgeliefert, der Rest bleibt im flüssigen System und geht durch irreversible Vorgänge allmählich in Wärme über. Er besteht aus der kinetischen Energie der Absolutbewegung des in der sonst ruhenden Flüssigkeit zurückgelassenen Strahlwirbelsystems (s. o.), der Energie der „Rückenwirbel“-Bewegung relativ zum großen Hauptsystem und endlich der in den abgelösten Grenzschichten und im Bereich der verschiedenen „Strudel“-Bewegungen sofort durch Zähigkeitsreibung erzeugten Wärme.

Die beiden letztgenannten Beträge sind bei guten Propellern und mäßigem Slip gering gegenüber dem vorhergehenden Posten, dem „axialen und tangentialen Austrittsverlust“.

Die oben definierte Energiegleichung ist daher auch der Schlüssel für die Einzelberechnung der Hauptgrößen Schub, Drall und kinetische Energie (Austrittsverlust). Dabei bestehen vorläufig zwei Schwierigkeiten: Man kann zunächst nicht angeben, wie groß die Dimensionen (Steigung  $h$  und Durchmesser  $d$ ) des zu einem gegebenen Propeller für bestimmte Belastung (Slip) gehörigen Strahlwirbelsystems sind, und umgekehrt.

Einen angenäherten Anhalt liefert jedoch einerseits die Strahltheorie für die Kontraktion des Strahles bei verschiedener Gangart, andererseits die übliche zweidimensionale Turbinentheorie; denn wir kennen jetzt den Aufbau und die Geschwindigkeitsverteilung (s. u.) des Endproduktes der Strömung, des Wirbelstrahles und des Ausgangsproduktes, des Zustromes. Zwischen beiden müssen die Schraubenflügel nach Art sehr weit gestellter Turbinenschaufeln „stoßfrei“ überleiten in dem Sinne, wie ich in dem oben erwähnten Göttinger Vortrag 1911 dargelegt habe<sup>1)</sup>. Wegen der großen Schaufelabstände kommt ein beträchtliches „Übertreiben“ der Ein- und Austrittswinkel (gegenüber unendlicher Schaufelzahl, d. h. homogenem, glatten Strahl) in Frage<sup>2)</sup>: Die am Flügel auszuführenden mittleren Ein- und Austrittswinkel  $\alpha_1$  und  $\alpha_2$  (vgl. Abb. 1

<sup>1)</sup> Zeitschr. für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt 1912, S. 235 und 245.

<sup>2)</sup> l. c. S. 245.

und 2 sowie die Geschwindigkeitsdreiecke Abb. 32 und 33 der üblichen Turbinentheorie<sup>1)</sup>) weichen nämlich von den weiterentfernt vom Flügel gültigen Winkeln der Relativströmung der freien (d. h. weniger beeinflussten)

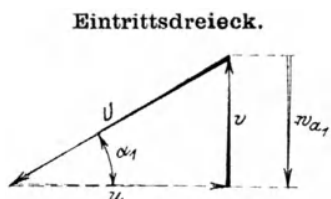


Abb. 32.

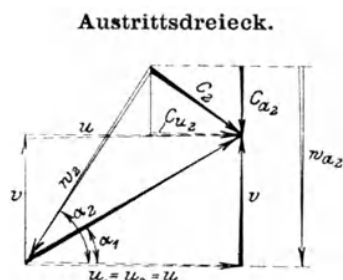


Abb. 33.

Flüssigkeitsteilchen ab; der Flügel selbst muß daher mittlere Winkel erhalten, die einem flacheren  $w_1$  und einem steileren  $w_2$  der Abb. 34 entsprechen. Dieselbe Erscheinung findet sich bei Vogel- und Flugzeugflügeln und kann

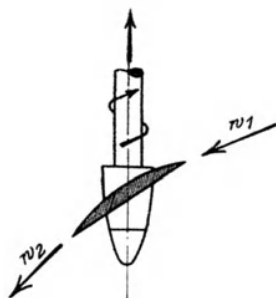


Abb. 34.

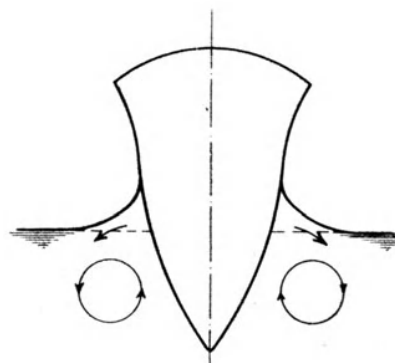


Abb. 35.

leicht experimentell durch ein verblüffend starkes Hochsteigen der Stromlinien weit vor dem Flügel nachgewiesen werden.

<sup>1)</sup> Es bedeuten:  $u$  = Umfangsgeschwindigkeiten,  
 $w$  = Relativ- "  
 $c$  = Absolut- "  
 $v$  = Fahr- "  
 $U$  = result. Fortschrittsgeschwindigkeit des Flügels.  
 Index  $a$  = axial gerichtet,  
 „  $u$  = in Umfangsrichtung.

Eine andere Erscheinung, die hier bei feineren Konstruktionen für Wasserschiffe berücksichtigt werden kann, ist das Vorhandensein eines gewissen Eintrittsdralls im Sinne der Abb. 35, der nach Professor Ahlborn durch die Pflugwirkung bei Erzeugung der Bugwelle entsteht. Er erhöht den tangentialen Austrittsverlust bei auswärtsschlagenden Doppelschrauben, verringert ihn bei einwärtsschlagenden, vermehrt aber bei diesen die Vibrationsbildung.

Die strengere Lösung der oben angegebenen Schwierigkeit wird nun durch Umkehrung der Aufgabe möglich: Wir suchen zu mehreren gegebenen, in der ruhenden Flüssigkeit zurückgelassenen Strahlwirbelsystemen (von gegebenem  $h$  und  $d$ ) die Bedingungen der unendlich vielen dazu möglichen (stillstehenden oder fahrenden) Propeller. Die dreidimensionale Integrationsmethode vermittelt auch hier die Lösung. Vom Propeller gesehen ist die Relativströmung nämlich stationär, daher gilt der Satz, daß die Axen der von den Flügeln abgehenden Wirbelzöpfe zugleich Wirbellinien und relativ-stationäre Stromlinien sein müssen.

Auf diesem Satz beruht die höhere Bearbeitung des Problems, die graphisch sonach ermöglicht ist. Am Übergang vom Flügel zum zylindrischen Strahl muß daher die ermittelte Relativgeschwindigkeit der Wirbelseelenpunkte in Richtung der Tangente an den Faden fallen.

Die natürlich mühselige Einzelbearbeitung darf uns nicht abschrecken. Eine Dissertation hierüber seitens eines meiner früheren Schüler ist in Arbeit.

Die zweite der oben angedeuteten Schwierigkeiten kann vorläufig theoretisch nicht gelöst werden. Sie betrifft die Frage des Kerndickenradius  $q$  im Vergleich zum Zylinderradius  $R$ , also die weitere Unbekannte  $q/R$ , die nach den Darlegungen über isolierte Wirbel (S. 403) einen beträchtlichen Einfluß auf den Energieinhalt besitzt.

Das Richtige dürfte sein, die Klärung dieser wichtigen Frage dem Experiment zu überlassen, also zunächst eine möglichst genaue und umfassende Aufmessung der wirklichen Strahlgeschwindigkeiten vorzunehmen. Ein Verfahren dazu ist unten beschrieben.

Vorläufig kann man sich damit begnügen, die Rechnung für verschiedene Kerndicken durchzuführen. Die folgenden Geschwindigkeitsbilder sind für  $q = 5$  mm,  $R = 100$  mm, also  $q/R = 1/20$  berechnet, um ziemlich extreme, praktisch kaum so ungünstige Fälle zu zeigen.

Darstellung der Verteilung der Axialgeschwindigkeit im einfügeligen Propellerstrahl.

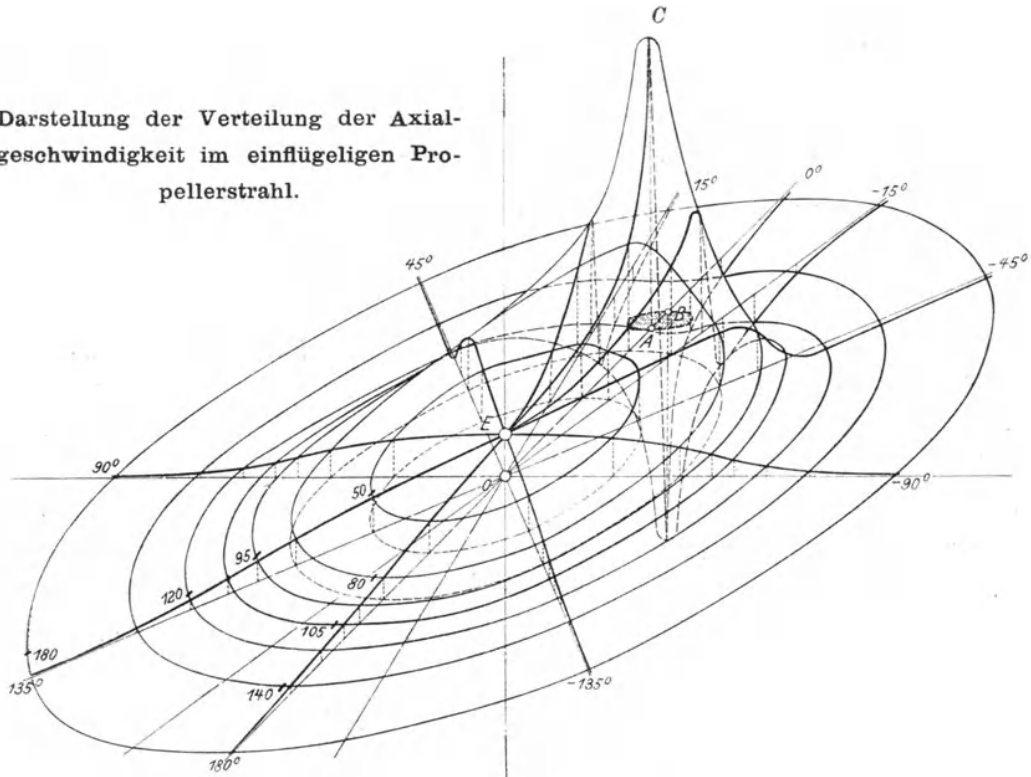


Abb. 36.

Darstellung der Verteilung der Axialgeschwindigkeit für den dreiflügeligen Strahl.

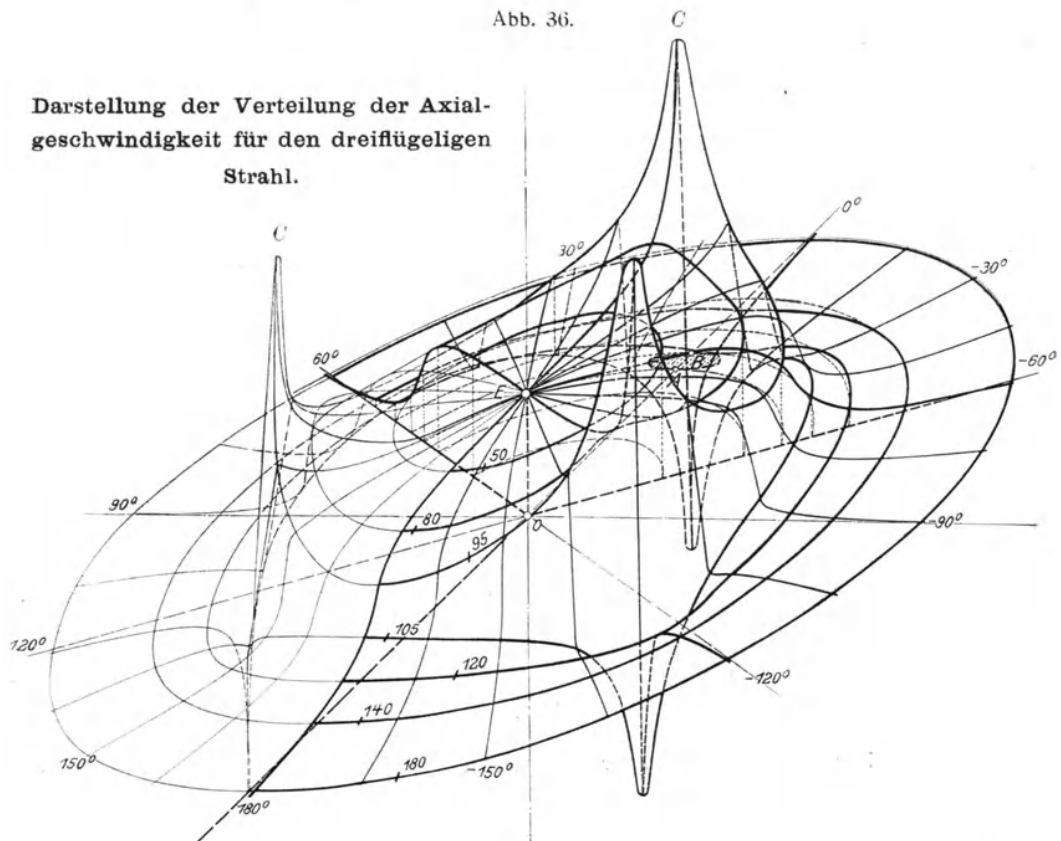


Abb. 38.

Die extremen Geschwindigkeitspartien sind aber im Bilde auch leicht wegzudenken.

### Anwendungen der räumlichen Wirbel-Theorie.

#### Geschwindigkeitsverteilung im zylindrischen Strahl.

Das für den Ingenieur zunächst Wichtigste, die Geschwindigkeitsverteilung, erhält man, abhängig vom Steigungsverhältnis des Strahles  $h/d$  für verschiedene Verhältnisse Kernradius  $q$  zu Zylinder-radius  $R$  leicht durch die graphische Integration ohne Kenntnis der Zirkulation  $\Gamma$ . Hat man die Rechnung für etwa drei Steigungsverhältnisse durchgeführt, so kann man bequem interpolieren. Die Beispiele geben für  $h/d = 1$ ;  $h = d = 200$  mm die Flächeninhalte der Randkurven unter Beschränkung der Integration auf je 4 Schraubenumgänge (2 nach oben, 2 nach unten) und Vernachlässigung der „Restglieder“.

Abb. 36 zeigt zunächst die Axialgeschwindigkeiten für den einflügeligen zylindrischen Strahl mit  $O$  als Mittelpunkt und  $A$  und  $B$  als Durchstoßpunkten des Radius  $O^0$  mit dem Kernmantel. Der nicht gezeichnete Wirbel erhebt sich vom Schnitt mit der Basisebene  $AB^1$ ) links nach oben steigend in Form einer Rechtsschraube, sein Grundkreis geht durch die dick markierten Punkte der Radien.

Im Innern des Zylinders bilden die senkrecht nach oben aufgetragenen Geschwindigkeiten ein sanft abfallendes Plateau, das dicht am Wirbel zu einem sehr steilen und hohen Berg anwächst, mit dem Gipfel  $C$  senkrecht über dem Durchstoßpunkt  $A$ . In Ebene  $OAC$  findet ein geradliniger Absturz der Fläche nach dem Abgrund  $D$ , senkrecht unter  $B$ , statt, von wo aus die Geschwindigkeiten wieder steil bis nahe an die Basisebene ansteigen.

Die eingezeichneten Kurven entsprechen Radial- und Zylinderschnitten unter den angegebenen Winkeln und Radien. Außerhalb des Schraubenzylinders nähern sie sich teils positiv, teils negativ, schnell der Null; die Wirkung nimmt daher rasch nach außen ab, wie beim Kreiswirbel.

Berg  $C$  und Abgrund  $D$  entsprechen sehr beträchtlichen positiven bzw. negativen „Übergeschwindigkeiten“ in der Nähe des Kernes, die bei  $C$  auf den rd. siebenfachen Betrag der Axialgeschwindigkeit des Zentrums ( $OE$ ) ansteigen, entsprechend einem riesigen Unterschied der lebendigen Kräfte der betreffenden Strahlteilchen. Hieraus schließen wir, daß selbst beim einflügeligen Propeller solch dünne Kerne nicht vorliegen werden.

<sup>1)</sup> Die ellipsenähnliche Schnittfigur ist schraffiert angedeutet.



Die hohen negativen Geschwindigkeiten außerhalb des Zylinders bei B bedeuten, daß die dortigen Teilchen sehr stark nach vorn, entgegen der Hauptstrahlrichtung, beschleunigt sind. Dieses Paradoxon wird verständlich, wenn man die Wirbel wie schnellrotierende, walzenartige Schwungmassen ansieht, deren eine Hälfte entgegengesetzt der Translation der Kernaxe umläuft.

Die axiale Fortschrittsgeschwindigkeit der letzteren und damit die des Kernes erhält man ähnlich wie beim ebenen Kreiswirbel, sehr angenähert als arithmetisches Mittel der Geschwindigkeiten der Durchstoßpunkte A und B (entsprechend wieder linearem Geschwindigkeitsabfall im Kern); sie liegt auch hier in der Richtung, wie die Teilchen im

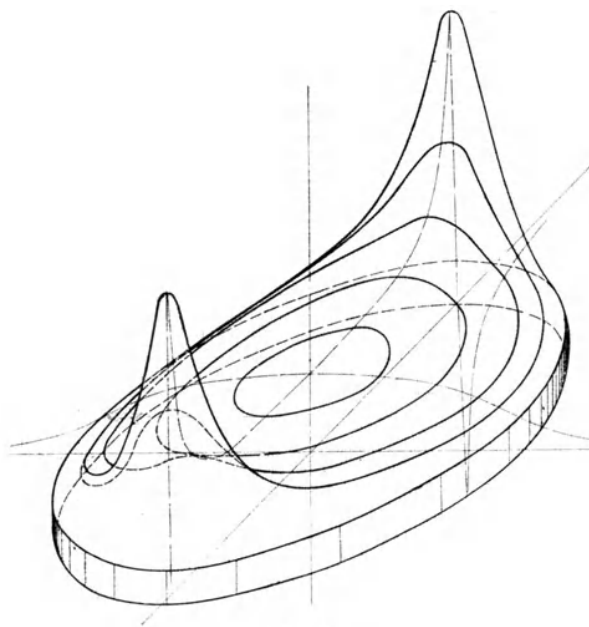


Abb. 37.

Innern des Strahles wandern. Aus der Symmetrie der Verteilung beiderseits O A B schließen wir, daß unser Bild auch für den spiegelbildlichen Linksschraubenkern gilt.

Hiermit ist die absolute Axialgeschwindigkeit für alle Normalebene senkrecht zur Axe ermittelt; denn wegen der Schraubensymmetrie können wir uns das ganze „Gebirge“ um die Zylinderaxe wie eine Mutter auf dem Kern verdreht und verschoben denken.

Im ganzen ergibt sich beim einflügeligen Strahl eine beträchtliche Ungleichheit der Axialgeschwindigkeiten und eine sehr unscharfe Strahlgrenze mit erheblicher Wirkung noch jenseits des Zylinders.

Beim zweiflügeligen Strahl (Abb. 37), dessen Axialgeschwindigkeiten durch Addition zweier um  $180^\circ$  versetzter Bilder (Abb. 36) entstehen, sind die Flächenteile außerhalb des Grundkreises weggelassen, um die Plateau- und Gipfelbildung möglichst anschaulich zu zeigen. Ersteres hat doppelte Höhe, letztere sind nur wenig erhöht, so daß die Extreme gemildert erscheinen. Auch die Strahlabgrenzung nach außen wird steiler, also schärfer. Durch dieses Bild wird das Verständnis des ausführlichen dreiflügeligen Strahlbildes (Abb. 38 S. 437) erleichtert, das durch Addition dreier um  $120^\circ$  versetzter Bilder (Abb. 36) erhalten ist. Die Plateaumitte hat dreifache Höhe, die Gipfelhöhe ist nur wenig vermehrt, die Abgründtiefe nur wenig vermindert. Daraus folgt eine weitere Milderung der Extreme und schärfere Strahlabgrenzung, die noch mehr beim vierflügeligen Strahl mit vier Gipfeln hervortritt.

In allen Fällen finden wir den früheren Schluß bestätigt, daß innerhalb gewisser Grenzen möglichst dicke äquivalente Kerne anzustreben sind, um den Austrittsverlust zu beschränken, ferner die Erklärung, warum sowohl die Flügelspitzen, wie die Naben verhältnismäßig unempfindlich gegenüber Abänderungen ihrer Gestalt sich verhalten: Dem Verlust an Schub steht unter Umständen ein Gewinn an kinetischer Austrittsenergie gegenüber.

In ähnlicher Weise ergeben sich die Umfangs- und Radialgeschwindigkeiten. Auch sie nehmen am Kernmantel ihre Größtwerte an, die aber in praxi unter denen der Axialkomponenten liegen; je dünner der Kern, desto höher die „Übergeschwindigkeit“ gegen den Mittelwert des äquivalenten <sup>1)</sup> Zylinderstrahles.

Bei Ermittlung der Umfangskomponenten müssen wir die 1—4 Nabenwirbel hinzunehmen, die selbst wieder steilgängige Schraubenlinien oder einfacher (und ebenso gut) zu einem geraden Strang vereinigt zu denken sind.

Die vorstehenden Berechnungen beziehen sich sämtlich auf die Absolutgeschwindigkeiten des in ruhender Umgebung zurückgelassenen Strahles.

Die Relativgeschwindigkeiten gegenüber einem irgendwie koaxial fortschreitenden Propeller zeigen gemilderte prozentuale Geschwindigkeitsunterschiede, am größten sind sie für die Schrauben am Stand, Schlepper- oder U-Bootschrauben bei getauchtem Boot (sehr hohem Slip).

<sup>1)</sup> Äquivalent in bezug auf Impulsstrom- oder in bezug auf Schuberzeugung.

Konstruiert man aus den Geschwindigkeiten die absoluten und relativen Stromlinien (z. B. in einer Normalebene relativ zu einer mit den Spitzenwirbeln umlaufenden „Brücke“), so gelangt man auch beim Schraubenwirbel zu den früher erwähnten „Schläuchen“, die hier, im Schnitt mit Normal-ebenen, einseitig verschoben erscheinen. (Vgl. Abb. 17 a und 18 a.)

### Fluß.

Der „Fluß“ (sekundliches Flüssigkeitsvolumen) durch eine beliebige vom Spitzen- und Nabenwirbel und zwei Radien begrenzte Fläche kann aus der Geschwindigkeitsverteilung längs eines Radius leicht graphisch oder numerisch ermittelt werden, indem man als Fläche ein unendlich kleines zwischen zwei Radien gelegenes Stück einer Schraubenfläche nimmt, jedes Element desselben mit der Normalkomponente der Geschwindigkeit multipliziert und summiert.

Statt dessen kann man auch die axialen bzw. die Umfangskomponenten der Flächenelemente und Geschwindigkeiten miteinander multiplizieren und die Komponentenprodukte addieren (Satz vom inneren Produkt von Vektorsummen). Der Fluß ist selbstverständlich, wie die Geschwindigkeit, proportional der Zirkulation.

### Impuls und Impulsmoment (Drall) des Strahles.

Der Länge jedes Schraubenganges entspricht wieder eine bestimmte, in einem mit schraubenförmigen Wulsten versehenen „Schlauch“ enthaltene, mit dem Kern umlaufende Flüssigkeitsmasse. Ihrer Eigenmasse und der der mitbeeinflussten umgebenden Schichten entsprechen bestimmte Mengen „Impuls“ und „Drall“, die sich leicht aus allgemeinen Sätzen<sup>1)</sup> berechnen lassen. Der axiale Gesamtimpuls pro Ganghöhe  $h$  ist

$$J_a = \mu \Gamma R^2 \pi i \quad \left( i = \text{Flügelzahl, } \mu = \text{Massendichte } \frac{\gamma}{g} \right),$$

also ebenso groß wie der von  $i$  Kreiswirbeln vom gleichen Radius  $R$ .

Der Drall um die Schraubenaxe pro Ganghöhe  $h$  ist

$$B_0 = \frac{\mu}{2} \Gamma R^2 h \cdot i,$$

also ebenso groß wie der von  $i$  der früher gezeigten geraden Wirbelpaare von unendlicher Steigung.

<sup>1)</sup> Vgl. z. B. Lamb-Friedel, Hydrodynamik, S. 255 und 256.

### Äquivalentes Ring- und Stabwirbelsystem.

Dies deutet darauf hin, daß man für viele Betrachtungen das Schraubensystem durch ein äquivalentes Ring- und Stabwirbelsystem gemäß Abb. 39 ersetzen kann, das dann einfacher zu behandeln ist.

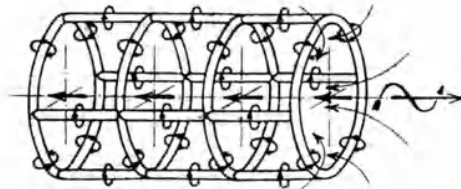


Abb. 39.

Es besteht aus  $i$ -Stabwirbeln, zu denen pro Ganghöhe  $i$ -Ringwirbel gehören, sämtlich von gleicher Zirkulation  $\Gamma$  wie beim Schraubensystem.

### Energie des Wirbelsystems.

Für die Berechnung der lebendigen Kraft (d. h. des Austrittsverlustes) pro Ganghöhe gibt es drei Möglichkeiten:

- a) durch Ermittlung der Geschwindigkeitsquadrate aus den Quadraten der Komponenten für die Elemente einer dünnen ebenen Schicht und graphische Summierung,
- b) aus Gesamtfluß und Zirkulation jeder Wirbelschleife,
- c) nach einer graphischen Methode auf Grund der Formel<sup>1)</sup>

$$\text{Energie T} = \frac{\mu}{4\pi} \Gamma^2 \sum \iint \frac{\cos \epsilon}{r} ds ds'$$

Abb. 40 gibt für einen zweiflügeligen Strahl ein Beispiel. Näheres über das Verfahren wird an anderer Stelle berichtet werden.

Aus obigen Einzelgrößen ermittelt sich vor allem der Schub und der Wirkungsgrad anhand der Energiebilanz.

Beim Schub müssen die Unterdrücke wohl beachtet werden, die auf eine den Strahl senkrecht schneidende Normalebene besonders an den Kernachsen entfallen (gegenüber den vor dem Propeller liegenden Normalen, wo ungestörte Flüssigkeit und daher konstanter dynamischer Druck vorhanden ist).

<sup>1)</sup> Vgl. Lamb-Friedel, Hydrodynamik, S. 258.

## Weitere Anwendungsmöglichkeiten.

### Zusammenwirkung der Schraube mit ihrer Umgebung.

Die Hauptschwierigkeiten des Propellerproblems liegen vielfach gar nicht im Propeller selbst, sondern im Zusammenwirken mit seiner Umgebung: in den Einflüssen auf die Heckströmung, d. h. die dortigen Ablösungserscheinungen, Lage und Form der Ablösungsstellen, Art der Ablösungswirbel je nach den verschiedenen Fahrgeschwindigkeiten, in der gegenseitigen Einwir-

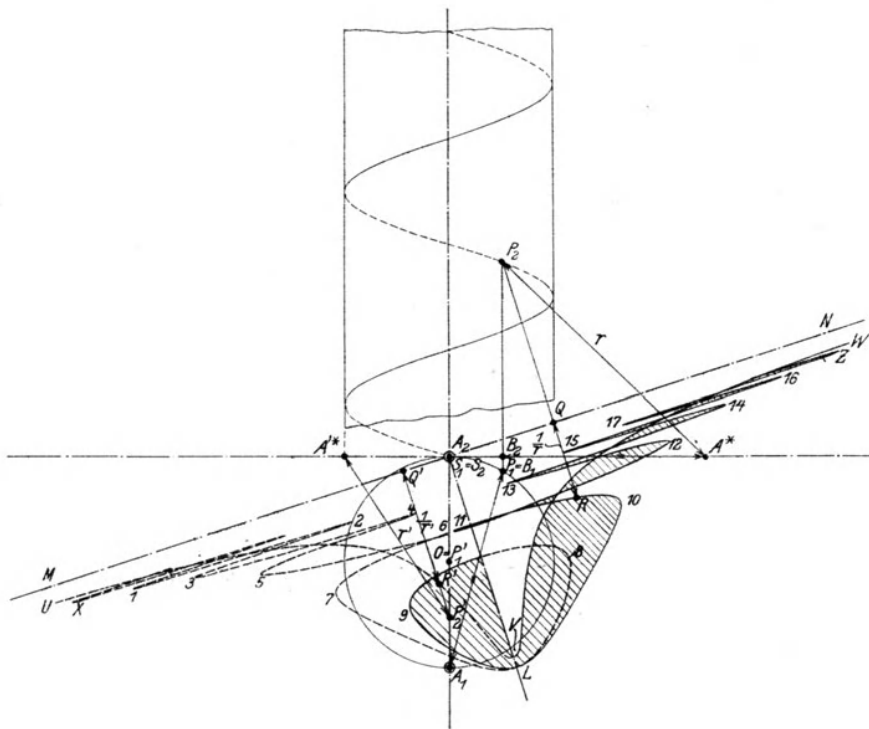


Abb. 40.

kung mehrerer Propeller aufeinander und auf das Fahrzeug (Flugzeugwiderstand, Steigfähigkeit, Lenkbarkeit und Stabilität), endlich in Einflüssen benachbarter Begrenzungen: Nähe der Wasseroberfläche, des Grundes, der Bordwand oder von Rudern und Tragflächen. Es sei nur an die überaus schwierige Frage der Schiffschwingungen erinnert.

Während die bisherigen Theorien in solchen Fragen völlig versagten, gibt die Wirbeltheorie auch hier in zum Teil verblüffend einfacher Weise Auf-

schluß. und zwar nicht nur anschauliche Bilder für die Vorstellung, sondern auch manche Zahlenschätzungen.

Für die volle Auswertung dieser Möglichkeiten bei den Schiffswiderstandsproblemen wäre allerdings erst erforderlich, deren eigene Theorie entsprechend weit zu vervollkommen. Vor allem wäre es in Betracht der riesigen Summen, die jahraus, jahrein im Schiffbau wegen unsicherer Vorausberechnungen und Garantien geopfert werden müssen, höchst wünschenswert, den Modellversuch in Wasser, über die Gedanken der beiden Froudes hinaus, auf einen wissenschaftlich tiefer begründeten Stand zu bringen. Es würde sich kaufmännisch lohnen, wenn die Interessenten den Schleppanstalten die Mittel zur Durchführung der Modellversuche (namentlich für Schrauben) in mehrfach größerem Maßstab bewilligen würden; die Gefahr nicht nur quantitativer, sondern auch qualitativer Fehlschlüsse liegt heute sehr nahe.

Aber auch vor der Klärung dieser Fragen können sofort einige Möglichkeiten des Konnexes von Schraubenwirbel- und Schiffswiderstandstheorie angegeben werden.

Die Geschwindigkeitsverteilung z. B. kann angenähert bis in die Ansaugzone vor den Flügeln untersucht werden, wenn diese, fürs erste nur durch ein bis drei „erstarrte Wirbel“ ersetzt werden (Abb. 30). Man erhält dann ein ungefähres dreidimensionales Bild der Geschwindigkeiten, die dort durch die gegenseitige Beeinflussung sämtlicher Flügel, Spitzen- und Nabenwirbel wachgerufen werden. Auch mit dem ersetzenden Ring- und Stabwirbelsystem kann die Saugwirkung auf das Schiff einigermaßen beurteilt werden.

#### **Einfluß mehrerer Schrauben oder Schraubenstrahlen aufeinander.**

In ähnlicher Weise, wie mehrere Spitzen- (und Naben-) Wirbel des Einzelstrahles können auch beliebig viele Strahlen von gleicher oder ungleicher Wirbelstärke und -richtung superponiert werden und so die resultierende Geschwindigkeit an beliebiger Stelle, insbesondere wo Kerne verschiedener Strahlen sich nahe kommen, ermittelt werden. Dies gibt einen ersten Anhalt für die Beantwortung der Frage, wohin benachbarte Wirbelkerne je nach Drehsinn, Stärke und Steigung einander treiben, wie die „Schläuche“ sich deformieren, die kinetischen Energien und damit die Stabilitätsverhältnisse sich verändern usw. Wir können z. B. mehrere

Raumdarstellungen (Abb. 36—38) superponieren oder uns mit den Ersatzsystemen (Abb. 39) begnügen. Beispielsweise zeigt sich, daß das teilweise Überdecken zweier Schraubenkreise immer zu gefährlichen Schwingungsimpulsen die Möglichkeit bietet, außerdem zu Verlusten durch starke Zusatzwirbelungen. Beträchtlich ist dabei der Einfluß des Drehsinnes: Gleichsinnig drehende Strahlen stören sich im allgemeinen stärker als entgegengesetzt drehende, die z. B. bei der „Maurétania“ bessere Propulsionswirkungsgrade ergeben haben.

Im letzteren Fall ergeben sich bei gleicher Wirbelstärke und -stellung Symmetrielagen mit einer Symmetrieebene (Abb. 41). Diese kann,

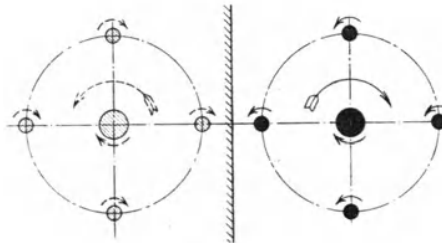


Abb. 41.

von Reibungseinflüssen abgesehen, durch eine ebene Wand ersetzt und einer der Strahlen weggedacht werden.

So ergibt sich die rechnerische Behandlung des

### **Einflusses benachbarter ebener Begrenzungen (Grund, Wasseroberfläche, Schiffswand).**

Die Symmetrieebene kann z. B. den festen Grund bedeuten, wobei man Schätzungsmöglichkeiten für die wühlende und bohrende Wirkung der „Schlauch“wulsten bei verschiedenen Flügel- (und daher Wirbel-)lagen gewinnt. In seichten Flüssen und Kanälen spielen diese Vorgänge eine große Rolle.

Eine nach oben horizontal gelegte Symmetrieebene kann näherungsweise die Wasseroberfläche bedeuten; kommen ihr die Wirbel sehr nahe, so dringt wegen der ungleichen Druckverteilung Luft von oben in den Wirbelbogen, der dann zerreißt; an Schraubenfahrzeugen ist dies deutlich zu sehen.

In allen Fällen bringt man hinter der ebenen Begrenzung das gespiegelte Wirbelsystem an; dabei heben sich die Radialkomponenten an ihr ganz

auf, die anderen Komponenten vergrößern sich beträchtlich, was insbesondere dann von Bedeutung ist, wenn die Wirkung (Bohren, Saugen) vom Quadrat der Geschwindigkeit abhängt.

Endlich kann die Symmetrieebene eine benachbarte Fahrzeugwand (Schiffshaut, Ruderblatt usw.) bedeuten. Der

### Einfluß benachbarter Kreiszyylinder-Begrenzungen

kann unter Anlehnung an die Methode der elektrischen Bilder von Lord Kelvin behandelt werden, indem man an die Tatsache anknüpft, daß jedes Wirbelpaar (Abb. 9) Kreise zu absoluten Stromlinien hat, längs denen wieder eine feste Wand angebracht werden kann (Abb. 41 a). Man ersetzt die Schiffshaut durch einen Kreisbogen und bestimmt zu jedem der Stabwirbel 1, 2, 3, 4 O den auf dem gleichen Radius „harmonisch“ am Kreis gespiegelten Gegenwirbel 1', 2', 3', 4' und O'.

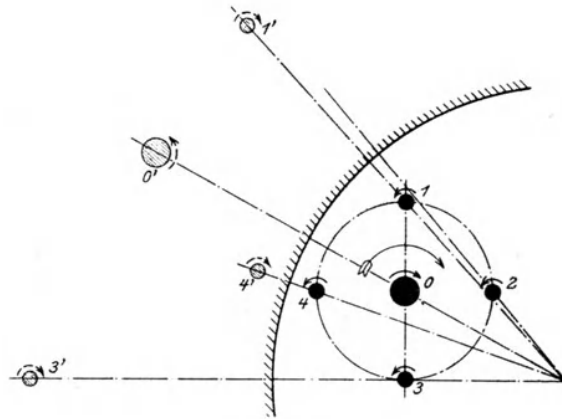


Abb. 41 a.

1' 2' 3' 4' und O'. (Das Produkt der Radien muß gleich dem Quadrat des Wandradius sein; „Abbildung durch reziproke Radien.“) 1' 2' 3' 4' liegen wieder auf einem Kreis und geben mit O' zusammen den Einfluß der Wand, der sich auch hier in beträchtlicher Steigerung der Geschwindigkeiten und quadratisch gesteigerten Unterdrücken äußert. So erhält man Aufschlüsse über das eigentümlich fegende Geräusch (dem Entlangfegen eiserner Besen vergleichbar) von langsamlaufenden und das knatternde oder donnernde Geräusch (den Wasserschlägen von tausend schlechten Pumpen vergleichbar) von schnelllaufenden Schrauben mit Kavitation, auch über

### Schiffsvibrationen durch die Schraube.

Hier dürften die anschaulichen Ergebnisse der „Schlauch-“ und „Wulst“bildung (Abb. 17 a und 18 a) und der Geschwindigkeitsermittlungen



(Abb. 36—38) eine neue Basis für das tiefere Studium der Schwingungserregung schaffen. Das Hindurchzwängen der Wulstflanken zwischen Wand und Strahl, die Interferenz der Strahlwirbel mit den starken Wirbelungen von Wellenböcken und -bockarmen und mit den großen Ablösungswirbeln des Hecks, das Einschneiden von Schraubenflügeln in die schroff wechselnden Geschwindigkeitsgebiete davorliegender Strahlen usw. erklären heute die Ursachen und die Erregung der mannigfachen Vibrationen an Schiffen und Luftfahrzeugen wesentlich tiefer als alle älteren Theorien und ermöglichen sogar gewisse zahlenmäßige Abschätzungen.

### Kavitation.

Sowohl die Geschwindigkeitsbilder, ähnlich Abb. 36—38, wie die Betrachtungen über benachbarte Wände geben Anhaltspunkte für tiefere Beurteilung der Kavitationserscheinungen. Diese treten ganz all-

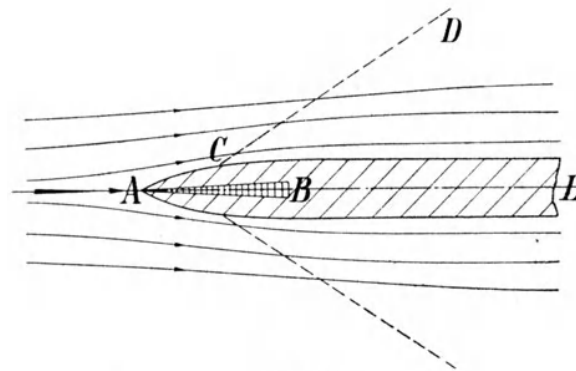


Abb. 42.

mählich da ein, wo der absolute Druck infolge hoher „Übergeschwindigkeiten“ sich der Dampfspannung des Wassers bei der Stromtemperatur nähert; vorher schon zeigt sich steigende Abscheidung der mechanisch mitgeführten Luft und der entbundenen Gase nach den Stellen kleinsten Druckes hin (dem vorderen Rücken der Saugfläche und den Wirbelzentren), wodurch letztere namentlich bei hohem Slip (Anfahrperiode) schön sichtbar werden.

Welche Irrtümer entstehen, wenn die Druckerniedrigung einfach aus den Relativgeschwindigkeiten des ungestörten Stromes ohne Rücksicht auf die lokalen Übergeschwindigkeiten an beströmten Körpern gerechnet wird, zeigte eine 1914 vom Verfasser für Turbopumpen und Transformatoren angestellte rechnerische Untersuchung (Abb. 42): Schon bei schlanker Zuschärfung des zylindrischen Eintrittskanten- oder Bugprofils

kann die Übergeschwindigkeit im Bereiche der punktierten, wellentalartig verlaufenden Linie CD bis zu 15—20 % über die des ungestörten Bereiches (im  $\infty$ ) hinausgehen. Die wirklichen Druckabfälle sind daher lokal um mindestens  $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{2}$  höher als bisher gerechnet.

Da Gasabscheidungen einen außerordentlich großen Einfluß auf die Art der Ablösungserscheinungen im verzögerten Bereich ausüben und die Ablenkung des Stromes (d. h. auch den Slip), auch qualitativ völlig verändern können, so erkennt man die Schwierigkeiten, bei Wasser die Resultate von Modellversuchen kleinen Maßstabes selbst qualitativ auf die wirklichen Geschwindigkeiten zu übertragen: Nicht selten ist der am Schiff für eine bestimmte Geschwindigkeitsleistung benötigte „Slip“ (ein Anhalt für die Anstellungs- und Ablenkungswinkel) um 80—100 % größer als am Modell ermittelt. „Ähnlichkeit“ liegt dabei weder im geometrischen, noch im mechanischen Sinne mehr vor.

Diese Untersuchungen erklären anderseits auch die außerordentlich große Bedeutung möglichst schlanker Flügelprofile für Wasser und die Mißerfolge fischförmiger Profile bei schnelllaufenden Wasserschrauben, die auf Grund von Modellversuchen in einer feindlichen Marine versucht worden sind.

Wohl jeder Konstrukteur schnelllaufender Wasserschrauben dürfte die Erfahrung gemacht haben, daß durch Steigerung der Materialbeanspruchung (schlankere Querschnitte!) oft ein Gewinn erzielt wird.

Über die erwähnten Untersuchungen von Übergeschwindigkeiten an Schaufelkanten, die sich nach der Quellenmethode von Rankine, oder nach der Potentiallinienmethode durchführen lassen, wird an anderer Stelle berichtet werden. Für abgerundete Tragflächenprofile hat O. Blumenthal die Übergeschwindigkeiten und Drücke ermittelt<sup>1)</sup>.

Diese Erscheinungen sind auch bei Luftschrauben nicht zu übersehen, weil dort die lokalen Übergeschwindigkeiten allmählich recht nahe an die Schallgeschwindigkeit herangerückt sind, wodurch Änderungen der Wirbelablösung und zusätzliche Verluste entstehen können.

In vorstehendem Zusammenhang finden auch die vielfach mit Erfolg — z. B. bei der Zeise-Schraube — verwendeten säbelförmig gekrümmten Eintrittskanten eine Erklärung. Stehen nämlich die Erzeugenden der Schau-

<sup>1)</sup> „Über die Druckverteilung längs Joukowskischer Tragflächen.“ Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt, 1913, S. 125.

felkante, Abb. 42, nicht senkrecht zur Zeichenebene, sondern stark geneigt, so erfolgt die Teilung des Stromes längs einer größeren Profilerstreckung, also wesentlich sanfter und mit kleineren Übergeschwindigkeiten und Unterdrücken. Dies ist bei Turbinen, Zentrifugalpumpen und Propellern von Bedeutung.

#### Korrosion.



Abb. 43.

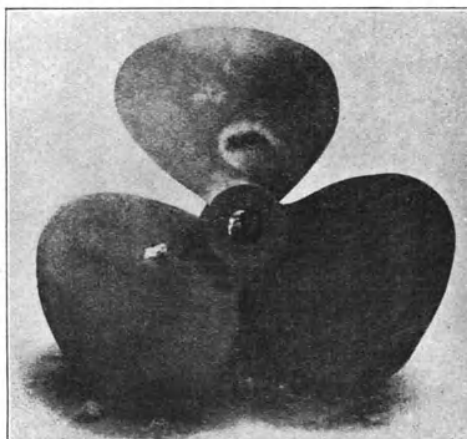


Abb. 44.

#### Korrosions-Erscheinungen (Abb. 43)

treten leicht bei hochbelasteten Schrauben an gewissen Stellen auf, die insbesondere die in Abb. 44 auf der Druckseite nahe der Nabe sichtbare typische Lage haben.

Die Wirbelstrahltheorie gibt auch hier Aufschluß: Es handelt sich um die Stelle, wo die Nabenwirbel am Flügel ansetzen. Bei ungünstiger Formgebung oder nicht getroffener Belastung rückt diese Stelle von der Nabe oder der inneren Austrittskante auf die Druckfläche vor, vermindert deren Druckwirkung und erzeugt allmählich die starken Korrosionen. Das Bild gilt für einen englischen Torpedozerstörer mit Kolbenmaschinen.

In ähnlicher Weise können auch Korrosionen dort entstehen, wo der Spitzenwirbel vom Flügel abgeht.

### Experimentelle Erprobung.

Diese dürfte durch die Klärung und Vereinheitlichung der Anschauung und durch den Vergleich mit einem exakt definierten und auch angenähert berechenbaren Idealbild des Strahles manche Anregung zur Vertiefung und zu neuen Methoden erfahren.

Die erste schon genannte Aufgabe ist die möglichst genaue Aufmessung der Geschwindigkeitsverteilung im Strahl. Mit gewöhnlichen Pitot- und Druckmeßröhren, z. B. der Prandtl'schen oder Brabbé'schen Form, würde man den zeitlichen Mittelwert der Geschwindigkeitsquadrate erhalten. Bei den großen Verschiedenheiten im Strahl führt dies, namentlich im Gebiet der Kerne, wegen der schroffen Richtungswechsel zu Schwierigkeiten.

Verfasser hat daher schon 1903 für das Versuchsboot „Bogatyr“ ein besonderes Meßverfahren für periodisch sehr schnell variable Geschwindigkeiten und Drücke entworfen, das gegenwärtig an einer höchst beachtenswerten Stelle näher ausgearbeitet und demnächst für Luftschrauben am Stand erprobt wird.

Abb. 45 zeigt die Vorrichtung hinter einem zweiflügeligen Luftpropeller. Vom Propeller gesehen, sind die Geschwindigkeiten stationär (falls der Zustrom homogen und der Strahl durch Hindernisse nicht gestört ist). Man könnte daher mit dem Propeller einen verstellbaren Arm mit Pitotröhren kuppeln und unmittelbar die Relativgeschwindigkeiten aufmessen. Dies wäre durchaus ausführbar, würde aber viel Raum für den herumschlagenden Arm erfordern, auch leicht Störungen ergeben.

Wir verwenden statt dessen stillstehend am Fahrzeug befestigte Pitotröhren P, deren Rohrleitungen jedoch nur in einem kurzen Augenblick jeder

Umdrehung durch den synchron mit der Propelleraxe rotierenden Hahn AB geöffnet werden. Röhre und Propeller haben dann im Moment der Messung jedesmal die genaue gleiche relative Lage.

Durch Drehen des festen Hahngehäuses CD mit Zeiger Z kann diese beliebig variiert und so die Aufmessung über die Punkte eines Kreises und, durch Verschieben von P, über konzentrische Kreise und mehrere Meßebenen erstreckt werden. Die Druckmessung durch U-Röhren M bedarf einiger Vorkehrungen zur Vermeidung von Resonanzschwingungen, z. B. durch kleine Windkessel G, zur richtigen Einstellung der Geschwindigkeitsrichtung bei fahrendem Fahrzeug, zum Freihalten der Hahnschlitzes von Schmieröl usw.

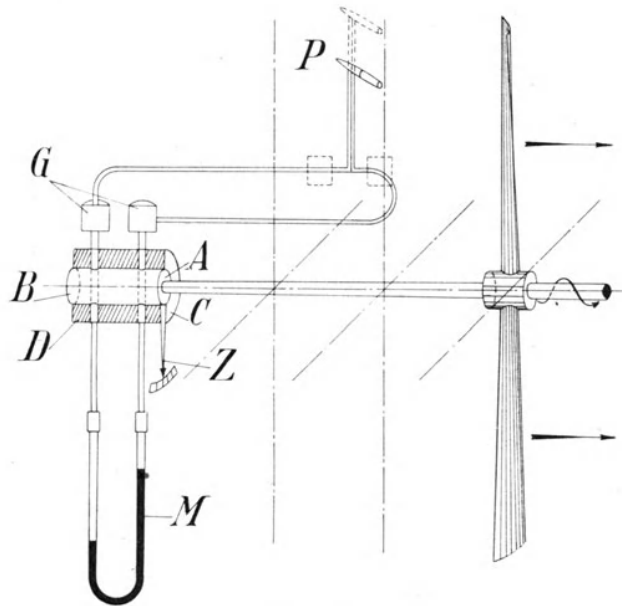


Abb. 45.

Die Messung des periodischen Vorganges wird so auf einen angenähert stationären und statisch meßbaren zurückgeführt; sie ist zwar immer noch schwierig, durch die Theorie wissen wir jedoch von vornherein, worauf besonderes Augenmerk zu richten ist.

Die genaue Geschwindigkeitsbestimmung ergibt nicht nur den Schlüssel für die Prüfung und Anwendung der Theorie, sondern auch ein Mittel zur praktischen Untersuchung von Schrauben am Stand oder in

Fahrt. Jedenfalls ermöglicht sie viel tiefere Einblicke in die Gütegrade als die Schubmessung allein. —

Auf die hohe Bedeutung der Übergeschwindigkeiten, insbesondere in der Nähe von Wänden, auch in experimenteller Beziehung beim Wasser-schleppversuch ist oben schon im Abschnitt „K a v i t a t i o n“ hingewiesen. Hier wird die hydrodynamische Theorie zweifellos zur Klärung der Frage beitragen können, innerhalb welcher Grenzen die Ähnlichkeits-gesetze und deren praktische Korrekturen im Bereiche moderner Geschwindigkeiten einen Sinn behalten und dem Ingenieur Führer sein können.

In Vorstehendem ist versucht, die Grundlagen und einige Elemente für ein festes wissenschaftliches Skelett zu geben, das den bisherigen Er-rungenschaften der Theorie und einer genial-intuitiven Praxis wenigstens als gemeinsamer einheitlicher R ü c k h a l t dienen kann und ihren Wert in neuem Lichte zeigen wird. Wir bleiben uns dabei bewußt, erst den A n f a n g eines zwar schwierigen und mühseligen, aber wohl sicher v o r w ä r t s führenden Weges betreten zu haben! Denn gerade die Wirbeltheorie hat uns in dem Gegensatz des idealen elektrodynamischen Mediums mit seinen einfachen dynamischen Gesetzen und des turbulenten Mediums der Hydraulik die Schwierigkeiten unserer technischen Probleme so richtig vor Augen gestellt.

Aufrichtigen Dank sage ich der K a i s e r l i c h e n M a r i n e, die mich in weitblickender Weise mit größeren p r a k t i s c h e n Propellerunter-suchungen betraut und auch der vorliegenden Arbeit reges Interesse darge-bracht und ihr Zustandekommen ermöglicht hat. “

Besonderen Dank sage ich der S c h i f f b a u t e c h n i s c h e n G e - s e l l s c h a f t für ihre vielen Bemühungen bei den Vorarbeiten zu diesem Vortrage und der Direktion der „V u l c a n - W e r f t“ für die schon vor 12 Jahren erteilte Erlaubnis zur vollen Veröffentlichung aller Studien an ihrem Versuchsboot.

Anhang I.**Die resultierende (oder reduzierte) Austrittssteigung**

erhält man unter Bezug auf Abb. 1, 2 und 45 a, indem man zwischen der Druck- und Saugseite — entsprechend der Auffassung des Propellers als Turbine — eine „mittlere“ resultierende Ablenkungsrichtung der Stromfäden konstruiert.

Zu diesem Zweck faßt man den Flügelquerschnitt z. B. als Parabel  $A D B$  auf (Abb. 1) und erhält, da die Parabeltangente in  $A$  die Axe  $C D$

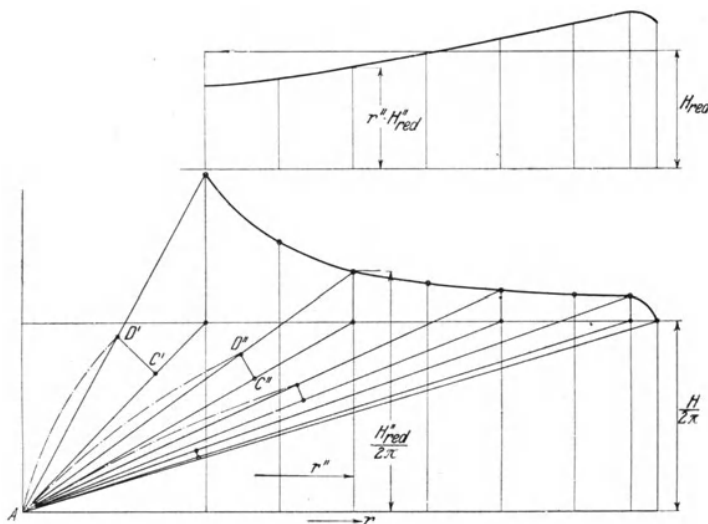


Abb. 45 a.

im Abstände  $2 \times C D$  von  $C$  schneidet, die Mittellinie  $A D$  einfach durch Verbindung von  $A$  mit dem Scheitel  $D$ . Dies ergibt zwar nicht genau die Winkelhalbierende, wohl aber eine technisch brauchbare Vorschrift für einfachste Berücksichtigung der Dicken- und Breiten-(Form-)Verhältnisse des Flügels.

Abb. 1 zeigt, wie man die resultierende Steigung  $H_{red}$  aus der Druckflächensteigung  $H$  konstruiert.

Abb. 45 a gibt die Ermittlung von  $H_{red} : 2 \pi$  für sämtliche Querschnitts-Schablonen eines Flügels durch Auftragen von  $H : 2 \pi$ , Eintragen der Schablonenradien und der Austrittsschablonenhälften  $A C' D'$ ,  $A C'' D''$  usw.

Die resultierende Steigung (dividiert durch  $2\pi$ ) erscheint als Strecke über jedem Radius senkrecht aufgetragen; die Endpunkte liegen auf der stark gezogenen Kurve. Es zeigt sich das interessante Resultat, daß ein gewöhnlicher, nach einer Schraubenfläche auf der Druckseite geformter Flügel bei den für Wasserschrauben herausgebildeten Flächen- und Querschnittsformen eine nach der Nabe ungefähr hyperbolisch ansteigende resultierende Steigung aufweist, also manchen theoretischen Forderungen schon stark entgegenkommt.

Das Mittel aus diesen Einzelwerten erhält man entweder durch Planimetrieren und Ziehen der mittleren Ordinate oder, wie im oberen Diagramm zwecks Berücksichtigung der von den einzelnen Segmenten bearbeiteten Wasserringe ungleicher Masse ausgeführt, durch Auftragen einer Kurve  $R \times H_{red} : 2\pi$  über den einzelnen  $R$  und Bestimmung der Mittelordinate.

Durch Basierung der Rechnungen auf ein so oder ähnlich definiertes  $H_{res}$  werden in hohem Maße die Schwierigkeiten gelöst, die sich sonst bei verschiedenen Breiten-, Dicken- und Steigungsverhältnissen, sowie Blattformen einer einheitlichen Rechnung entgegenstellen.

## Anhang II.

### Reduzierte oder Einheits-Drehzahl.

Zu diesem Begriff wird man durch Fragestellungen geführt, wie die folgenden: Wenn ein Schraubenantrieb von 10 000 PS pro Welle bei 80 Touren und 20 Knoten als „langsamlaufend“ gilt, wie sind dann die Antriebe

1. 20 000 PS bei 85 Touren und 22,5 Kn.? (Schnelldampfer),
2. 5 000 „ „ 65 „ „ 12 „ ? (Frachtschiff),
3. 25 000 „ „ 380 „ „ 28 „ ? (Kreuzer),
4. 300 „ „ 1300 „ „ 130 km/Std. in Luft? (Flugzeug).

Die Antwort verlangt ein Zahlenmaß für die „Schnellläufigkeit“, ausgedrückt in den maßgebenden unabhängigen Veränderlichen, die bereits in obiger Fragestellung richtig ausgewählt sind: es kommt an auf den Schub  $P$  oder die Pferdezahl  $N_e$  pro Welle und die Drehzahl  $n$



(pro Minute), beides im Vergleich zur Fortschrittsgeschwindigkeit  $V$  (in Knoten/Std.) oder  $v$  (in m/sec.).

I. Ableitung. Der ideale Schub ist  $P_0 = \frac{N_e \cdot 75}{v}$ ; der wirkliche  $= P = \frac{N_e \cdot 75}{v} \cdot \eta$  ( $\eta$  = Wirkungsgrad); er entspricht einem mittleren Druckunterschied pro Flächeneinheit der Schraubenkreisfläche

$$p = \frac{N_e \cdot 75 \cdot \eta \cdot 4}{v \cdot D^2 \pi} \dots \dots \dots (1)$$

Unter Voraussetzung geometrisch ähnlicher Stromlinien gilt (nach dem Impulssatz) streng, daß in diesem Falle für ähnliche Strömungssysteme verschiedenen Maßstabs und verschiedener Geschwindigkeit und Dichte  $\mu = \frac{\gamma}{g}$  sämtliche Druckunterschiede wie die Quadrate entsprechender Geschwindigkeiten beider Systeme multipliziert mit den Dichten sich verhalten, also allgemein

$$p = k \cdot v^2 \cdot \frac{\gamma}{g} \dots \dots \dots (2)$$

wobei  $k$  eine für die spezielle Strömungsform (ausdrückbar durch Slip und Vorstrom usw.) gültige Konstante bedeutet.

Dies gilt auch für Schraubenströmungen, daher folgt aus (1 und 2)

$$\frac{N_e \cdot \eta \cdot 300}{v \cdot D^2 \cdot \pi} = p = k \cdot v^2 \cdot \frac{\gamma}{g} \dots \dots \dots (3)$$

Bei ähnlichen Stromlinien ist außerdem die Umfangsgeschwindigkeit  $u$  proportional der Fortschrittsgeschwindigkeit, daher  $u/v =$  einer Konstanten  $= \lambda$ ; daher gilt für die Drehzahl  $n$  die Beziehung

$$u = \frac{2 \pi n D}{60 \cdot 2} = \lambda \cdot v \dots \dots \dots (4)$$

Durch Elimination von  $D$  aus 3) und 4) folgt die gesuchte Beziehung

$$n \cdot \sqrt{\frac{N_e}{v^5} \cdot \left(\frac{g}{\gamma}\right)} = \lambda \sqrt{\frac{12}{\pi} \cdot \frac{k}{\eta}} = \text{dimensionslos.} \dots \dots (5)$$

Bei ähnlichen Stromlinien bleiben die Größen der rechten Seite konstant, daher ist die rechte Seite in diesem Fall selbst konstant; sie sei mit  $n_{red}$  bezeichnet. Bei anderen Betriebsverhältnissen derselben Schraube ergibt sich ein anderer Wert  $n_{red}$ , ebenso für ganz beliebige andere Schrauben (und alle ihnen ähnlichen) in beliebigen Medien.

Die Bedeutung von  $n_{red}$  erkennen wir, wenn wir die gerade betrachtete Schraube in einem Medium von der Dichte  $\frac{\gamma}{g} = 1$  mit der Fort-

schrittsgeschwindigkeit  $v = 1$  geometrisch ähnlich betreiben und dimensionieren, daß  $N_e = 1$  wird. dann gilt für die dazu erforderliche Drehzahl  $n$

$$n \cdot l' = \lambda \sqrt{\frac{12}{\pi} \cdot \frac{k}{\eta}} = n_{\text{red}}$$

d. h.  $n$  nimmt in diesem Fall den Zahlenwert  $n_{\text{red}}$  an; je höher  $n_{\text{red}}$ , desto schneller läuft die Schraube unter den so definierten einheitlichen Verhältnissen.

Daher auch die von uns vorgeschlagene Bezeichnung „Einheitsdrehzahl“.

Es ist daher

$$n_{\text{red}} = n \sqrt{\frac{N_e}{v^5} \cdot \left(\frac{g}{\gamma}\right)} \dots \dots \dots (6)$$

Die Bedeutung dieser dimensionslosen Vergleichszahl besteht darin, daß von ihrer Höhe sehr stark die erreichbaren Höchstwirkungsgrade abhängen, ganz einerlei, wie man auch die einflußbestimmenden Größen  $\lambda$ ,  $k$  und  $\eta$ , das implizit in ihr vorkommt und zunächst nur um wenige Procente variieren sollte, im einzelnen wählen mag.

II. Andere Ableitungen ergeben sich unmittelbar aus Ähnlichkeitsbetrachtungen allein ohne Eingehen auf die Einzelgesetze des Schraubenantriebs. Man erhält dann natürlich keinen Einblick, aus welchen Konstruktionsziffern ( $\lambda$ ,  $k$ ,  $\eta$  usw.) sich die Zahl  $n_{\text{red}}$  aufbaut.

Da  $n_{\text{red}}$  dimensionslos ist, bleibt die Wahl der Maßeinheiten für  $n$ ,  $N_e$ ,  $v$  usw. gleichgültig, wenn nur alle Formelwerte in denselben Ureinheiten für Länge und Zeit ausgedrückt sind\*).

Praktisch rechnet man am einfachsten  $n_{\text{red}}/n = \sqrt{\dots}$  und erhält in den obigen Beispielen der Reihe nach (mit  $\gamma = 1000$  bzw.  $1,2 \text{ kg/m}^3$ )  $n_{\text{red}} = 2,62$ ;  $4,8$ ;  $7,55$  und  $8,2$  pro Minute, also den kleinsten Wert für den Schnell dampfer, den größten für das Flugzeug.

### Anhang III.

#### Restglied-Bestimmung.

Beschränkt man sich bei der graphischen Behandlung auf eine geringe Fadenlänge eines wesentlich längeren Wirbels, so kann man auf einfache Weise die Genauigkeit trotzdem sehr hoch treiben, durch eine Korrektur der Geschwindigkeitskomponente oder -Fläche, ein Restglied.

\*) In den Beispielen ist  $N_e$  in Pferdestärken (zu  $75 \text{ mkg/sec}$ ),  $v$  in  $\text{m/sec}$  und  $g = 9,81 \text{ m/sec}^2$  eingesetzt.

Seine Genauigkeit braucht, da es sich um Prozente von Prozenten handelt, garnicht groß zu sein; es genügen z. B. einfachste analytische Annäherungen, die auf mannigfachste Art möglich sind.

1. Beispielsweise kann das Restglied für die Axialkomponente des zylindrischen Schraubenwirbels bei  $n_0$  graphisch integrierten Umgängen einer Hälfte zunächst für alle innerhalb des Zylinders liegenden Punkte gleich dem Wert für den Zylindermittepunkt genommen werden. Der prozentuale Fehler ist dann für Punkte nahe dem Wirbel noch wesentlich geringer als für den Mittelpunkt, dessen Wert zudem leicht genau zu rechnen ist. Das Restglied beträgt für eine (z. B. die obere) Wirbelhälfte

$$\Delta c_a = \frac{F}{2h} \int \frac{dn}{(1+n^2)^{3/2}} = \frac{F}{2h} \left[ \frac{n}{\sqrt{1+n^2}} \right]_{n-n_0}^n = \frac{F}{2h} \left( 1 - \frac{n_0}{\sqrt{1+n_0^2}} \right)$$

Sind z. B. nur  $n_0 = 1, 2, 3$  volle Umgänge einer Wirbelseite berücksichtigt, so ist das daraus erhaltene  $\frac{1}{2} c_a$  zu vermehren um  $\Delta c_a$  bzw.  $\infty \frac{F}{2h} \cdot 0,293$ ;  $\frac{F}{2h} \cdot 0,106$ ;  $\frac{F}{2h} \cdot 0,052$  entsprechend also Fehlern von rd. 29; 11 und 5 % des unten berechneten  $h$  a l b e n Absolutwertes  $\frac{F}{2h}$ . Für Vergleiche wären die Fehler jedoch viel geringer.

Für  $n_0 = 0$ , d. h. rein analytische Ermittlung, ergibt sich  $\Delta c_a = \frac{F}{2h}$ , also für obere + untere Wirbelhälfte  $c_a = 2 \cdot \frac{F}{2h} = \frac{F}{h}$ , wie von Dr. L a u t h für die Punkte der Zylinderaxe auf andere Art gefunden\*).

2. Für Punkte außerhalb des Zylinders kann zunächst dieselbe Korrektur, weiterhin aber z. B. eine aus dem Ersatz der weiterabliegenden Windungen durch Ringe gerechnete dienen. Es genügt vielfach sogar, diese Ringwirbel durch eine äquivalente, im Mittelpunkt konzentrierte Doppelquelle zu ersetzen, welche sehr einfache Gesetze aufweist. Ähnliches gilt sinngemäß für die Tangential- und Radialkomponenten.

3. Bei diesen insbesondere pendeln die zu planimetrierenden Randkurven mit schnell konvergierender Amplitude und Periode (Abszisse) um eine durch die Projektion des „Aufpunktes“ gehende mittlere (gekrümmte) Linie. Sie ist sehr leicht zwischen den Umhüllenden der Amplituden zu ziehen und gibt ohne weiteres den Beitrag der nicht konstruierten „Restglied“-Umgänge.

\*) Für  $h = 0$  (Kreiswirbelring) verlieren diese Betrachtungen ihren Sinn; die Funktionsausdrücke werden unstetig.

4. Auch durch eine Integralkurve der Flächen der ersten Umgänge, Auftragung im logarithmischen Diagramm usw. kann das Restglied wegen der schnellen Konvergenz leicht bestimmt werden.

### Erörterung.

Herr Oberingenieur Kucharski:

Eure Königliche Hoheit! Meine Herren! Im Anschluß an den Vortrag, den Herr Professor Föttinger im Jahre 1911 vor der Versammlung von Vertretern der Flugwissenschaft in Göttingen gehalten hat, habe ich mich ebenfalls mit der Theorie des Schraubenstrahles befaßt. Es ist mir dann auf Grund einer Bemerkung von Herrn Professor Föttinger über die Möglichkeit graphischer Lösungen gelungen, ein graphisches Hilfsmittel zur Ermittlung dieser Strömung auszuarbeiten. Ich möchte dieses der geehrten Versammlung kurz zeigen. Ich bin weiter nicht vorbereitet und kann Ihnen leider keine Lichtbilder usw. vorführen: allerdings habe ich dadurch den Vorteil, daß sich das Anschreiben komplizierter Formeln von selber verbietet, die wegen ihrer Trockenheit und Unübersichtlichkeit leicht lästig fallen könnten.

Ich möchte von einigen der interessanten Figuren ausgehen, die Herr Professor Föttinger gebracht hat, und zwar von den Abb. 17—18 a usw. des gedruckten Vortrages. Diese schönen Stromlinienbilder lassen sich verhältnismäßig leicht entwerfen, weil bei ihnen von geradlinigen, parallelen Wirbelfäden ausgegangen ist. Es sei z. B. AB (Abb. 46) ein solcher Wirbelfaden von unendlicher Länge. Dieser Wirbelfaden gibt ein verhältnismäßig einfaches Strömungsbild von der Eigenschaft, daß es in sämtlichen Ebenen, die senkrecht zur Wirbelachse gelegt werden, das gleiche ist. Es ist ganz gleichgültig, ob ich das Strömungsbild in der Ebene CD betrachte, oder in der Ebene EF, oder in einer anderen zum Wirbelfaden senkrechten Ebene. Das Bild ist überall das gleiche. Und zwar liegen hierbei die Punkte gleichen Zustandes, d. h. die Punkte gleicher Drücke, gleicher Geschwindigkeiten usw., auf geraden Linien, die zum Wirbelfaden selbst parallel laufen. Man kann also in diesem Falle die Strömung in einfacher Weise so untersuchen, daß man eine der zur Wirbelachse senkrechten Ebenen auswählt und sämtliche interessierenden Größen lediglich in dieser einen Ebene betrachtet. Für diese Untersuchung der Strömung in einer zum Wirbelfaden senkrechten Ebene gibt es nun verhältnismäßig einfache graphische Methoden, so daß man auf die meist komplizierten Rechnungsmethoden nicht angewiesen ist.

Ich möchte diese graphische Methode kurz andeuten (s. Abb. 47):

Eine beliebige Strömung, die sich z. B. an zwei zylindrische Wände AB und CD (Abb. 47) anschließt, läßt sich in einer der oben genannten Ebenen durch Stromlinien darstellen (z. B. LM und JK, Abb. 47), zwischen denen gleiche Flüssigkeitsmengen strömen. Diese Stromlinien bilden mit denjenigen Kurven, die sie senkrecht schneiden (Kurve EF und GH der Abb. 47), Kurvenrechtecke, und diese Rechtecke haben bei der betrachteten Strömungsart die Eigenschaft, daß sie alle untereinander ähnlich sind: Sie haben die gleiche „Form“. Wenn ich z. B. das eine Rechteck als Quadrat wähle, so sind die anderen Rechtecke längs derselben Orthogonal-Trajektorie ebenfalls Quadrate. Auf diese Weise ist es dann möglich, aus dem einen Rechteck die nächstfolgenden zu konstruieren. Man kann daher aus zwei

Stromlinien stets ein vollständiges Strömungsbild entwickeln; den gerade vorliegenden Grenzbedingungen muß man sich durch ein- oder mehrmaliges Probieren anpassen.

Für den Fall eines geradlinigen Wirbelfadens, wie er hier vorliegt, würde diese Methode etwa folgendermaßen arbeiten: Wir haben in A (Abb. 48) das Wirbelzentrum (Durchstoßpunkt des geradlinigen Wirbelfadens durch die betrachtete Ebene) und hätten nun zu versuchen, eine Strömung zu finden, die um dieses Zentrum herum kreist, d. h. die Zirkulation um diesen Punkt, deren Stromlinien naturgemäß geschlossene Kurven sein müssen. In diesem Fall braucht man allerdings die graphische Methode nicht, denn das Resultat ist schon durch elementare Rechnung sehr einfach zu finden. Es ergeben sich in diesem Falle als Stromlinien die bekannten Kreise mit Geschwindigkeiten, die nach außen hin umgekehrt proportional dem Radius abnehmen.

Wir gehen jetzt von den geradlinigen Stabwirbeln zu den schraubenförmigen Wirbeln über und zwar zu solchen, die auf reinen Kreiszyklindern liegen. Ich will das hier andeuten (an der Tafel demonstrierend). Die beiden äußeren Linien (Abb. 49) sollen die Zylinderbegrenzung andeuten, M—M ist die Mittellinie, und AB stellt einen schraubenförmigen Wirbelfaden dar, der z. B. durch einen Propellerflügel erzeugt wird, der etwa die gezeichnete Lage hat. In der Nähe der Mittellinie würden die entsprechenden Wirbel-

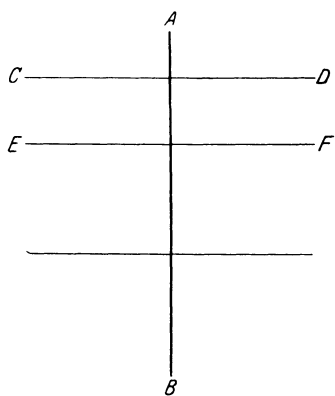


Abb. 46.

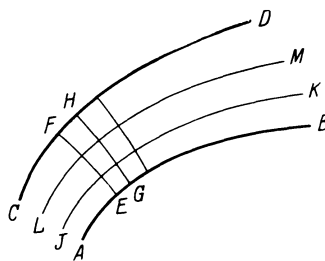


Abb. 47.

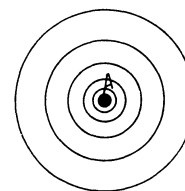


Abb. 48.

fäden von der Nabe her verlaufen, die man bei dieser Betrachtungsweise, wie es auch Herr Professor Föttinger andeutet, am einfachsten als einen geradlinigen Wirbel annehmen kann. Wenn man jetzt dieses Wirbelsystem und das Strömungsfeld, das dadurch erzeugt wird, näher betrachtet, so findet man das, was Herr Professor Föttinger auch in seinem Vortrage angedeutet hat, daß nämlich auch diese Strömung in sämtlichen Ebenen, die zu der Mittelachse senkrecht verlaufen, dieselben Geschwindigkeitskomponenten, Drücke usw. besitzt. Es besteht jedoch ein wichtiger Unterschied gegenüber der Abb. 46. Während bei Abb. 46 die Kurven gleichen Strömungszustandes, also die Kurven gleicher Drücke, gleicher Geschwindigkeiten usw. parallel zu dem Wirbelfaden, also geradlinig und zu der Mittelachse parallel verlaufen, sind bei der Strömung der Abb. 49 die Kurven gleichen Zustandes koaxiale Schraubenlinien. Auf jeder von diesen Schraubenlinien, die mit dem zu Grunde liegenden schraubenförmigen Wirbelfaden die Steigung gemeinsam haben, finden wir, wenn wir auf ihnen entlang gehen, gleichbleibende Geschwindigkeiten, Drücke usw. Es ist nun möglich — ich werde das für das Jahrbuch genauer beweisen und darstellen<sup>1)</sup> — auch für diese Symmetrie — man kann sie

\*) Siehe die nachgelieferte Ableitung am Schluß dieser Bemerkungen.

vielleicht als Schraubensymmetrie bezeichnen — ein ähnliches Verfahren aufzustellen, wie ich es an Hand der Abb. 47 für das System der einfachen Zweidimensionalität skizziert habe. Man bezeichnet nämlich die Betrachtungsweise, von der ich spreche, als zweidimensional, weil dadurch, daß die Betrachtung auf eine Ebene beschränkt wird, die dritte Dimension — das ist nämlich die unangenehme, die parallel zur Achse läuft — ausgeschaltet wird. Man kann also auch bei den Schraubenwirbeln die Dimension in der Richtung der Mittellinie aus der Betrachtung ausschalten und lediglich in einer zu ihr senkrechten Ebene arbeiten. Man bekommt auf diese Weise ebenfalls das Strömungsbild um das Wirbelzentrum herum, ähnlich wie bei Abb. 48. Dieses Strömungsbild besteht aber nicht mehr aus Kreisen, sondern aus geschlossenen Kurven, die in bestimmtem Sinne verdrückt sind, wie es Herr Professor Föttinger in seinem Vortrag ebenfalls erwähnt hat. Man kommt dann bei weiterer Verfolgung der Einzelheiten zu ähnlichen Resultaten, wie sie uns Herr Professor Föttinger soeben im Bilde vorgeführt hat. Insbesondere erhält man sofort die genaue Form der von den Wirbelfäden mitgenommenen Flüssigkeitsklumpen, deren Energie- und Impulsinhalt sich dann ebenfalls ermitteln läßt.

Ich möchte zum Schluß dann noch betonen, daß die kurz angedeutete Methode gegenüber den graphischen Hilfsmitteln, die Herr Professor Föttinger ausgearbeitet hat, in gewissem Sinne beschränkt ist. Sie ist nur anwendbar auf Schraubenwirbel, die auf genau konzentrischen Zylinderflächen verlaufen und nicht mehr für den Wirbel, der uns das Flügelblatt selber ersetzen kann. Da dieser Wirbel aber schon in verhältnismäßig geringer Entfernung keinen wesentlichen Einfluß mehr auf die Strömung ausübt, dürfte man an Hand der angedeuteten zweidimensionalen Methode, die von der Eigenschaft der Schraubensymmetrie ausgeht, ebenfalls brauchbare Resultate erhalten.

Dieses ist es, was ich der geehrten Versammlung noch zur Vervollständigung mitteilen wollte. (Lebhafter Beifall.)

#### Nachtrag:

##### Kurze Ableitung zu der angedeuteten zweidimensionalen Behandlung.

Die Mittellinie sei die Z-Achse eines Zylinderkoordinatensystems  $z, r, \varphi$ ; ferner sei  $c$  die Strömungsgeschwindigkeit in dem betrachteten Punkte mit den Komponenten  $c_z, c_r, c_\varphi$ ; diese ergeben sich aus dem Geschwindigkeitspotential  $\Phi$  für die außerhalb der Wirbelkerne wirbelfrei verlaufende Strömung durch Differentiation nach der entsprechenden Richtung.

Die Differentialgleichung für  $\Phi$  lautet in den Zylinderkoordinaten bekanntlich:

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \Phi}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial \varphi^2} = 0 \quad (1)$$

Infolge der oben erwähnten Schraubensymmetrie läßt sich hieraus entweder die Koordinate  $z$  oder  $\varphi$  eliminieren. Zunächst scheint die Elimination von  $z$  zweckmäßiger zu sein; dadurch wird die gesamte Untersuchung in eine zur Z-Achse senkrechte Ebene verlegt. Man erhält nach einfacher Rechnung:

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2} = k^2 \cdot \frac{\partial^2 \Phi}{\partial \varphi^2} \quad (2)$$

Hierin ist:

$$k = \frac{2\pi}{h} \quad (3)$$

wenn  $h$  die gemeinsame Steigung der entsprechenden Schraubenlinien gleichen Strömungszustandes ist. Durch Einsetzen von (2) in (1) erhält man:

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \Phi}{\partial r} + \left( k^2 + \frac{1}{r^2} \right) \frac{\partial^2 \Phi}{\partial \varphi^2} = 0 \quad (4)$$

Diese Beziehung enthält nur noch die Koordinaten  $r$  und  $\varphi$ , ist also als Grundlage für die zweidimensionale Behandlung zu benutzen.

Es lassen sich für diese Gleichung auch gewisse rechnerische Lösungen durch den Ansatz

$$\Phi = R \cdot \chi \dots \dots \dots (5)$$

gewinnen, wobei  $R$  eine Funktion nur von  $r$ , dagegen  $\chi$  eine solche nur von  $\varphi$  ist; Die Gleichung (5) ergibt für  $R$  Besselsche Funktionen, für  $\chi$  die bekannte Summe aus Kreis- oder Hyperbelfunktionen. Aus entsprechend zusammengesetzten Gliedern lassen sich auch Reihen bilden, so daß durch den Ansatz (5) weitgehende numerische Lösungen für die Gleichung (4) ermöglicht werden.

Die allgemein brauchbare graphische Methode ergibt sich nach Umformen der Gleichung in:

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \Phi}{\partial r} + \frac{\partial^2 \Phi}{r^2 \partial \varphi^2} = -k^2 \frac{\partial^2 \Phi}{\partial \varphi^2} \dots \dots \dots (6)$$

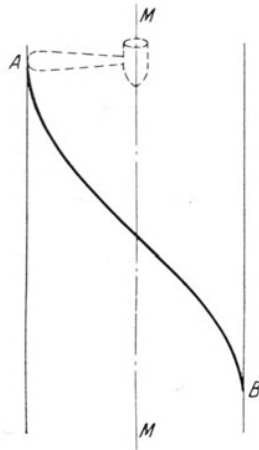


Abb. 49.

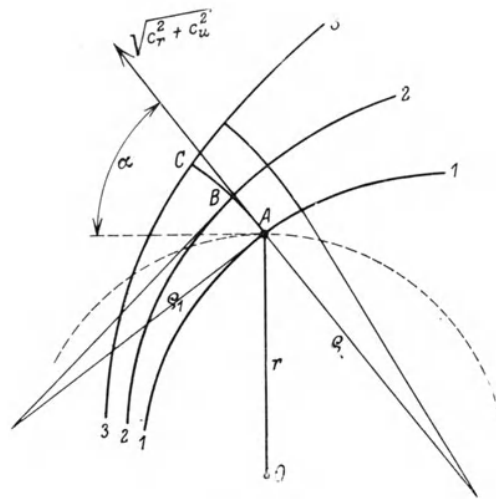


Abb. 50.

Die linke Seite dieser Gleichung läßt sich unter Benutzung des Gaußschen Satzes weitgehend umformen; ebenso läßt sich die rechte Seite durch Wiedereinführen der Geschwindigkeitsgrößen selber zweckentsprechend umgestalten. Das Resultat dieser Umrechnung, die Interessenten gerne zur Verfügung gestellt wird, besteht in einer Infinitesimalbeziehung, die es ermöglicht, aus einem Rechteck, das aus zwei nahe benachbarten Stromlinien und zwei Orthogonaltrajektorien besteht, das nächstfolgende zu entwickeln und auf diese Weise sukzessive ein vollständiges Strömungsbild herzustellen.

Im Anschluß an die nebenstehende Figur (50) lautet diese Infinitesimalbeziehung:

$$BC = AB \left[ 1 + \left( \frac{1}{\varrho} + k^2 \zeta \right) AB \right] \dots \dots \dots (7)$$

$$\text{mit: } \zeta = r \sin \alpha \left( \frac{r \cos \alpha}{\varrho_1} - 1 + \frac{r \sin \alpha}{\varrho} \right) \dots \dots \dots (8)$$

Hierin bedeutet (s. a. Abb. 50):

$r$ : die Entfernung des betrachteten Punktes von der Z-Achse,

$\alpha$ : den Winkel zwischen der Umfangsrichtung und der Resultierenden aus  $c_u$  und  $c_r$ ,

$\rho$ : den Krümmungsradius der Kurve konstanten Geschwindigkeitspotentials durch den betrachteten Punkt.

$\rho_1$ : den Krümmungsradius der Stromlinie durch den betrachteten Punkt.

In der Abbildung, die für jede senkrecht zur Achse gelegte Ebene gilt, ist O der Durchstoßpunkt der Z-Achse: 1—1, 2—2, 3—3 sind Kurven konstanten Potentials bei kleinem Intervall  $d\phi$ ; die Orthogonalen dazu, [z. B. ABC], sind Stromlinien, die in Richtung der Geschwindigkeit (in dem zweidimensionalen Bild die Resultierende aus  $c_u$  und  $c_r$ ) verlaufen. Beide Kurvenscharen ordnen sich im Raume zu koaxialen Schraubenflächen zusammen.

Wenn zwei einander benachbarte Kurven konstanten Geschwindigkeitspotentials gegeben sind, lassen sich unter Benutzung der Beziehung (7) die weiteren entwickeln; ein weiteres Eingehen auf Einzelheiten würde hier zu weit führen. Ähnliche Methoden sind im praktischen Turbinen- und Pumpenbau bekannt und werden von mir seit langem benutzt; bei einiger Übung und Gewandtheit führen sie schneller und sicherer zum Ziel, als es nach ihrer etwas umständlichen Begründung und mathematischen Formulierung scheinen könnte.

Herr Professor Dr.-Ing. B e n d e m a n n :

Eure Königliche Hoheit! Meine Herren! Wenn wir auch noch nicht in allen Einzelheiten übersehen können, wie weit die neuen uns gezeigten Wege des Herrn Professor Föttinger führen werden, so können wir es doch schon als unzweifelhafte Tatsache feststellen, daß wir hier einer Grundsteinlegung beiwohnen, des Grundsteines zu der Propellertheorie, die wir bisher nicht haben. Es wird in Zukunft niemand mehr ernstlich das Problem behandeln können, ohne an diesen Grundstein anzubauen oder auch auf ihm aufzubauen.

Was wir schon jetzt aus dem ungemein geistvollen Vortrage gewonnen haben, das ist eine klare Vorstellung von dem Wirbelsystem, von dessen Existenz und Notwendigkeit bei jeder Propulsionswirkung wir zwar schon wußten, dem aber mit mathematischen Hilfsmitteln zu Leibe zu gehen, wir uns wohl bisher alle nicht getrauten. Jetzt ist uns ferner die Aussicht eröffnet, in Zukunft auf systematischem Wege zu guten Propellerformen und Flügeln zu gelangen, indem sie als erstarrte Wirbelkerne konstruiert werden.

Wenn man diesen Gedanken verfolgt, stößt man bald auf die Frage: Was ist denn nun das Kriterium guter Wirbelsysteme, die gute Flügelformen als Kerne ergeben, gegenüber den schlechten? Die Antwort liegt darin, daß die fortgeführte Flüssigkeitsmenge umso mehr Energie mit sich fortführt, je stärker sie durchwirbelt ist. Denn die Energie der durchwirbelten Flüssigkeitsmasse ist, wie es schon vom Vortragenden ausgesprochen wurde, beträchtlich größer als die einer in sich unbewegten, gleichförmig fortgeschobenen Flüssigkeitsmasse; und dieses Mehr an Kraft muß von der Antriebsmaschine aufgebracht werden, es kommt aber nicht oder nur in geringem Maße dem Schub zugute, denn dieser resultiert nur aus den achsialen Bewegungskomponenten, wie sich aus den bekannten einfachen Ansätzen der Strahltheorie ergibt. Die Wirbel bedeuten Arbeitsverlust. Ihre Berechnung muß darauf hinzielen, mit möglichst wenig Wirbelenergie möglichst viel Flüssigkeit in sich unbewegt fortzuschieben. Die Wirbel sind also nicht eigentlich die Hauptsache, sondern das unvermeidliche Übel bei dem Propulsionsvorgang. Das System von Ring- und Stabwirbeln, das uns der Vortragende anschaulich vorgeführt hat, umgibt gewissermaßen wie ein Käfig oder ein Leitwerk den eigentlichen Kern der Sache, den mehr oder weniger gleichförmigen Strahl, dessen Beschaffenheit man besonders bei Luftschrauben recht gut beobachten kann. Leichte Fähnchen zeigen sehr empfindlich die Strömungsrichtungen und jeden irgend beträchtlichen Wirbel an. Man hat auf diese Weise



schon öfter Strömungsbilder des Schraubenstrahles aufgenommen, welche freilich zunächst nur die vorherrschenden Richtungen enthielten und über die in Wirbeln verzehrte Energie nichts aussagen konnten. Man kann aber weiter gehen: verbindet man solch ein Fähnchen mit einem Staugerät, welches zugleich die Geschwindigkeiten anzeigt, so kann man durch Abtasten des Strahles die Aufnahme zu einer förmlichen Energiebilanz erweitern.

Ich möchte Ihnen, weil es neu und für die heutige Frage recht wesentlich ist, in einigen Zahlen das Ergebnis einer solchen vollständigen Strahlaufnahme mit der Energiebilanz einer Luftschraube von 3 m Durchmesser vorführen, welche zeigt, wieviel stetige Strömungsenergie vorhanden ist und welcher Restbetrag in Wirbeln verloren geht.

Der Versuch ist schon vor Jahren bei den Lindenberger Luftschraubenuntersuchungen<sup>1)</sup> ausgeführt worden. Das Meßgerät bestand aus einem Prandtl'schen Staurohr, welches bekanntlich an seiner vorderen Öffnung den Staudruck (statischen Druck + Geschwindigkeitshöhe) und an seinen seitlichen Öffnungen den statischen Druck allein aufnimmt und an Flüssigkeitsmanometern anzeigt. Das Staurohr wurde an seiner hinteren Spitze mit einem Fähnchen in Gestalt eines einfachen, fingerlangen Fadens von leichter Wolle versehen und an einem langen Rohrarm auf einem verschiebbaren Gestell so befestigt, daß man es auf jede gewünschte Stelle bringen und durch einen Mechanismus mit doppelter Drehbewegung stets von außen her in die vom Faden angezeigte Strömungsrichtung einstellen konnte, wobei die Einstellwinkel an Skalen außen an dem Mechanismus abzulesen waren. So wurden zahlreiche Stellen einer Radialebene des Strahles abgetastet, bei gleichbleibender Drehzahl der Schraube von  $n = 540$  Umdr./Min. Die Leistung der Antriebswelle wurde zu  $N = 21.1$  PS, der erzeugte Schub zu  $S = 127$  kg besonders gemessen.

Aus den Strömungsgeschwindigkeiten und -richtungen kann man offenbar nach leicht abzuleitenden Gleichungen durch ein Summationsverfahren bzw. graphisch auszuführenden Integrationen zunächst die strömenden Mengen und dann auch die verschiedenen Energiebeträge in axialem, tangentialem und radialem Sinne berechnen. Das wurde für einen Querschnitt rd. 1 m hinter der Schraube durchgeführt, und es ergab sich folgendes: Der den Schub erzeugende Hauptanteil in axialer Richtung betrug 12.0 PS oder 57% der gesamten Wellenleistung, der tangentialer oder Rotationsanteil 1.1 PS oder 5,2%. Ein radialer Anteil war in diesem Querschnitt praktisch nicht mehr vorhanden. Dagegen fand sich, daß in dieser Meßebe noch ein statischer Überdruck im Strahl herrschte, der ziemlich gleichmäßig über den Querschnitt verteilt, im Mittel  $3.0 \text{ kg/m}^2$  betrug. Das bedeutet einen noch nicht in Bewegungsenergie umgesetzten Betrag an potentieller Energie, die in der Bilanz berücksichtigt werden muß. Er beträgt, da die sekundlich strömende Luftmenge zu rd. 75 cbm gefunden wurde,  $3 \times 75 \text{ mkg/s}$  oder 3 PS, d. i. 14,2% der Wellenleistung. Somit sind im Ganzen  $57 + 5,2 + 14,2 = 76,4\%$  der aufgewandten Leistung in Strömungs- und Spannungsenergie nachgewiesen und der als Wirbelenergie verbleibende Rest beträgt rd. 24%.

Diese Scheidung zwischen Wirbelenergie und stetiger Strömungs- und Spannungsenergie entbehrt zwar wohl voller objektiver Schärfe, weil auch das Strahlinnere in einem geringen Maße durchwirbelt sein muß. Die durch den Versuch praktisch gegebene Scheidung dürfte aber doch auch eine grundsätzliche Bedeutung haben.

Daß die Messungen und die Bilanzrechnung im übrigen recht gut stimmen, ließ sich daraus schließen, daß durch eine ähnliche, nach der Impulsgleichung ausgeführte Integration

<sup>1)</sup> F. B e n d e m a n n, Luftschrauben-Untersuchungen. Berichte der Geschäftsstelle für Flugtechnik des Sonderausschusses der Jubiläumsstiftung der deutschen Industrie. 2 Hefte. R. Oldenbourg, München, 1911 und 1912.

auch der erzeugte Schub in guter Übereinstimmung mit der unmittelbaren Messung zu 127 kg gefunden wurde, sogar so überraschend genau, daß man meinen könnte, es wäre gemogelt. (Heiterkeit.) Aber dazu haben wir unfreiwillig eine weitere Kontrolle geliefert. Die Strahlaufnahme ist nämlich von meinem damaligen Mitarbeiter Herrn Dr.-Ing. Carl Schmid längst veröffentlicht<sup>1)</sup>, mit allen Geschwindigkeits- und Winkelangaben in Kurvendarstellung, jedoch noch ohne an diese Auswertung als Energiebilanz zu denken. Es war zu Anfang des Krieges, ich war damals im Felde und erst nachträglich kam ich auf diese Rechnung. Sie lieferte sofort ganz zwanglos diese Zahlen. Zur Veröffentlichung hat sich noch keine Zeit gefunden<sup>2)</sup>. Aber jeder kann sie nach den schon veröffentlichten Unterlagen nachprüfen.

Diese Rechnung ist zugleich eine gewisse Rechtfertigung der guten, alten Strahltheorie; denn sie beruht auf denselben, hier zu den Integrationen benutzten Ansätzen. Man soll sie also nicht etwa zum alten Eisen werfen, gegenüber der neuen Schraubenwirbeltheorie.

Sie erfaßt in ihrer Weise ganz gut den Kern der Sache und sie gehört nicht zusammen mit den Flügelblattheorien auf den Schutthaufen.

Falsch ist es nur, wenn man sie unter dem herkömmlichen Namen als „Disk-Theorie“ für eine Schraubentheorie ausgibt. Sie befaßt sich gar nicht mit der Schraube als solcher und kann über diese garnichts aussagen. Sie befaßt sich nur mit dem Strahl und der Rückdruck- oder Propulsionswirkung ohne nach seiner Entstehung zu fragen. Sie nimmt eine ganz hypothetische Ursache an, eine Ursprungsebene, welche auf einer Seite die Flüssigkeit ansaugt, an der anderen den Strahl ausstößt, vermöge eines in dieser Ebene irgendwie aufrecht erhaltenen Drucksprunges. Der Strahl schwebt also völlig in der Luft oder im Wasser.

Trotz dieser hypothetischen Natur liefert sie, richtig durchgeführt, einige wichtige und wertvolle Erkenntnisse. Ich möchte mir zum Schlusse erlauben, die aus der Strahltheorie gefolgerten Sätze einmal kurz zusammenzufassen, weil sie gerade auch bei der weiteren Entwicklung der Föttingerschen Schraubenwirbeltheorie ein unentbehrliches Bindeglied bleiben werden und weil sie meines Wissens noch nirgends, auch nicht im Bereiche der Schiffbauwissenschaften, richtig zu Ende geführt worden ist.

Die bekannteste Folgerung ist der Begriff und die Formel eines „idealen“ oder „theoretischen“ Wirkungsgrades  $\bar{\eta}$ , welchen eine wirbelfrei arbeitende Propulsionsvorrichtung besitzen würde<sup>3)</sup>:

<sup>1)</sup> C. Schmid, Dissertation: „Die Luftschraube am Stand“, R. Oldenbourg, München 1915; auch Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt VI, 1915, Heft 5 bis 12, S. 34, 53, 65, 81.

<sup>2)</sup> Sie soll aber demnächst in derselben Zeitschrift erfolgen.

<sup>3)</sup> Ableitung s. Taschenbuch der „Hütte“, 21. Aufl., Band I, S. 361. Vgl. die von Dr. Schaffran im Jahrbuch d. Schiffbautechn. Gesellschaft 1917, S. 421, abgeleitete Formel:

$$\bar{\eta} = \frac{4}{3 + \sqrt{\frac{4S}{\rho F v^2} + 1}},$$

worin aber übersehen ist, daß F hier nicht die Ursprungsfläche, sondern die kleinere Strahlquerschnittsfläche nach beendeter Einschnürung bedeutet.

S = Schub, kg,

F = Ursprungsfläche (Schraubenkreis- oder Radschaufelfläche), qm,

v = Fahrtgeschwindigkeit in bezug auf die ungestörte Flüssigkeit, m/s,

$\rho$  = Massendichte der Flüssigkeit, kg-Masse/cbm.

$$\eta = \frac{2}{1 + \sqrt{\frac{2S}{\rho F v^2} + 1}}$$

Die praktische Bedeutung dieser Formel zeigt sich noch besser in folgender Umformung:

$$\frac{S}{2\rho F v^2} = \frac{1-\eta}{\eta^2} = \text{„Belastungsgrad“},$$

woraus mit Einführung der Antriebswellenleistung  $L = 75 \text{ N}$  wegen

$$\eta = \frac{S \cdot v}{L}$$

weilers hervorgeht

$$\frac{L}{2\rho F v^3} = \frac{1-\eta}{\eta^3} = \text{„Leistungsgrad“}.$$

Man sieht daraus unmittelbar, in welcher Weise die Flächenbelastung ( $S/F$ ) oder die „Flächenleistung“ ( $L/F = 75 \text{ N/F}$ ) in bestimmten, mit der Fahrgeschwindigkeit zunehmenden Grenzen gehalten werden müssen, wenn nicht der Wirkungsgrad schon bei idealer, wirbelfreier Propulsionswirkung schlecht werden soll.

Der für Wasserschraubenberechnungen besonders zweckmäßige „Belastungsgrad“ ist von Dr. Schaffran schon in ähnlicher Weise eingeführt, hier jedoch als dimensionslose Größe definiert. Für Luftschraubenberechnungen, wo man weniger vom verlangten Schub, als von der gegebenen Motorleistung ausgeht, haben wir analog den „Leistungsgrad“ gebildet. Diese Größen sind grundlegend für die praktische Be-

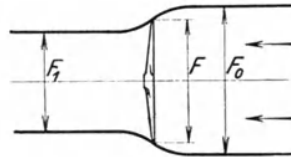


Abb. 51.

messung der Schraubendurchmesser. Die einfache Strahltheorie liefert also, und zwar ohne in das heikle Gebiet der höheren Hydrodynamik hineinzusteigen, für diese Größen eine maßgebende und ganz allgemein für alle Propulsionsvorrichtungen gültige Begrenzung und somit einen praktischen Anhalt für die richtige Bemessung der Schrauben. Ferner liefert die Ableitung obiger Gleichungen ohne weiteres auch den Umriß des hauptsächlichsten Strömungsverlaufes an der wirbelfreien Strahlvorrichtung, wonach man also auch beim wirklichen Propeller die Strahleinschnürung abschätzen kann: Ist, wie vorhin,  $F$  (vgl. Abb. 51) die Ursprungs- oder Schraubenkreisfläche, so ist der kleinste Querschnitt nach beendeter Einschnürung:

$$F_1 = \frac{F}{2} \left( 1 + \frac{1}{\phi} \right) = \frac{F}{2 - \eta}$$

und der Ansaugungsquerschnitt in der noch ungestörten Flüssigkeit vor dem Propeller:

$$\Gamma_0 = \frac{F}{2} (1 + \Phi) = \frac{F}{\eta}$$

wobei zur Abkürzung

$$\Phi = \sqrt{\frac{2S}{\rho F V^2} + 1}$$

gesetzt ist.

Diese Dinge sind, wie gesagt, zwar nicht völlig neu, aber sie sind noch nirgends richtig, dagegen noch neuerdings falsch dargestellt worden. Daß nichts von einer eigentlichen Propellertheorie darin steckt, habe ich schon betont. Man sieht es auch daran, daß nicht einmal über die zweckmäßige Drehzahl, diese wichtigste Größe jeder näheren Propellerdimensionierung, irgendetwas daraus zu entnehmen ist. Hoffen wir, daß nun in diesen Dingen die neuen, heute erschlossenen Wege bald weiter führen. (Lobhafter Beifall.)

Herr Professor Weber.

Eure Königliche Hoheit! Meine Herren! Den richtigen Maßstab für die Beurteilung der neuen Propellertheorie des Herrn Professor Föttinger gewinnen wir nicht, solange wir nur Einzelheiten in Betracht ziehen, sondern wir müssen vor dem gewaltigen Bauwerk, dem genialen Kunstwerk, mehrere Schritte zurücktreten und müssen versuchen, uns aus angemessener Entfernung einen Gesamtüberblick zu verschaffen. Wir können das erreichen, indem wir uns folgende 3 Fragen beantworten:

Erstens: Was leistet die neue Propellertheorie für das bessere Verständlichmachen der schwierigen Wechselwirkungen zwischen Propeller und Wasser rein qualitativ — nur der Art nach — ohne jede Rücksicht auf das Zahlenmäßige? Leistet sie in dieser Hinsicht mehr als die bisherigen Theorien? Geht sie von neuen Voraussetzungen, von neuen Annahmen aus? Idealisiert sie den wirklichen Vorgang in neuer Weise, um der Schwierigkeiten Herr zu werden? Schafft sie alte Fehler aus der bisherigen Vorstellung heraus, trägt sie neue Fehler hinein? Bringt sie wichtige neue Aufschlüsse? Kurz, was leistet die neue Theorie lediglich als neues Vorstellungsmittel für die Propellervorgänge? Das ist die erste Frage.

Die zweite Frage, deren Beantwortung uns einen passenden Maßstab abgibt, lautet nach meiner Meinung so: Hier wird von einem Erfinder ein neuer Propeller vorgelegt, eine noch nicht erprobte Neukonstruktion. Wir möchten wissen, ob dieser Propeller brauchbar ist, welche besonderen Eigenschaften er hat. Vor allem soll die neue Theorie jetzt für ihn im voraus folgendes zahlenmäßig angeben: Welche Geschwindigkeiten und welche Pressungen werden in der Strömung auftreten, wenn wir den neuen Propeller für einen bestimmten Zweck verwenden, ferner, welche Größe hat die Schubkraft, das Drehmoment, die von dem Propeller übertragene Energie und der Wirkungsgrad? Also hier stellen wir rein quantitative Fragen.

Und die dritte, die wichtigste Frage zur Gewinnung eines richtigen Urteils betrifft die praktische Seite, sie lautet für mich so: Vermag uns die neue Theorie für die Praxis Auskunft und brauchbare Unterlagen darüber zu verschaffen, wie die Propeller für die einzelnen verschiedenartigen Zwecke verschiedenartig und mit möglichst hohem Wirkungsgrade zu konstruieren sind? Wie hat man einen Propeller zu verbessern, an dieser oder jener Stelle, um bestimmte neue Wirkungen zu erzielen?

Das sind die drei Fragen, mittels deren wir uns einen Überblick über die Bedeutung der neuen Theorie verschaffen können. Ich kann sie kurz wohl so beantworten:

Die erste war: Macht uns die neue Propellertheorie die schwierigen Wechselwirkungen der Art nach verständlicher und beseitigt sie als reines Vorstellungsmittel die bisherigen Unstimmigkeiten? Von meinem Standpunkte aus muß ich in der Tat sagen, sie hat einen großen Vorzug vor allen anderen; denn sie betrachtet die Flüssigkeit als

ein Kontinuum und beseitigt dadurch viele Schwierigkeiten, die sich bisher immer in den Rechnungen ergaben, wenn wir vor oder dicht hinter dem Propeller Schnitte führten und den Zufluß oder Durchfluß oder Abfluß für sich getrennt betrachteten. Die neue Theorie betrachtet dagegen das Ganze einheitlich; und von diesem Standpunkte aus, muß ich allerdings sagen, leistet sie mehr als die bisherigen Vorstellungen. Sie ist in dieser Beziehung gleichwertig mit der, die Maxwell seinerzeit für die elektrischen und magnetischen Vorgänge aufstellte und die der Vortragende auch in glänzender Weise als Analogon herangezogen hat. Diese einheitliche hydrodynamische Auffassung ist ein gewaltiger Vorzug, allerdings mit schweren Opfern erkauft: Wir alle haben gesehen, welche großen Anstrengungen uns Ingenieuren auferlegt werden, um die richtige Vorstellung dauernd in uns wach zu halten. Nicht nur geometrische Hilfsmittel aller Art sowie physikalische, elektrische und dynamische Bilder werden herangezogen, sondern wir bedürfen vor allem eines großen mathematischen Rüstzeugs. In qualitativer Hinsicht steht die neue Theorie meiner Ansicht nach ihrer Einheitlichkeit wegen den anderen voran, wenn auch der Ingenieur, der für die Praxis schafft, sie schwerlich heranziehen wird zur Erklärung oder zur besseren Vorstellung der im Propellerproblem enthaltenen schwierigen Dinge.

Die Frage 2 behandelt im Gegensatz hierzu das Quantitative. Der Herr Vortragende hat uns bereits darüber aufgeklärt, daß er von ihr nicht erwartet, daß eine zahlenmäßige Übereinstimmung besteht zwischen einer wirklichen Propellerströmung und derjenigen, welche die Theorie errechnet. Aber er glaubt doch, daß es möglich sein wird, auf Grund von Formen, die er nach seiner Theorie festlegt, zu neuen brauchbaren Propellerformen zu gelangen. Es ist der Zukunft vorbehalten, festzustellen, ob sich bei diesen neuen Propellerformen nun auch die theoretisch ermittelten Geschwindigkeiten und Pressungen decken mit dem, was die Wirklichkeit in dieser Hinsicht liefert.

Und die dritte Frage betraf den praktischen Nutzen. Hier hat er uns schon gezeigt, wie der Einfluß einer Verdickung der Nabe auf den Strömungsvorgang erklärt werden kann, und ist zu einem Ergebnis gekommen, daß sich in der Praxis bestätigt findet. Er erhofft noch manchen weiteren Vorteil für die zweckmäßige Gestaltung der Propeller. Ob das im einzelnen so stimmt, können wir jetzt nicht übersehen. Aber es mag wohl möglich sein, auf Grund vorsichtiger Schlußfolgerungen gewisse Konstruktionsvorteile für den einzelnen Propeller herauszuholen.

Vom Standpunkte des Praktikers aus möchte ich hier noch hinzufügen, daß die neue Theorie dem Ingenieur nur dann brauchbar sein wird, wenn sie ihm wirklich verständlich wird. Nicht ein Scheinverständnis, sondern ein tiefgehendes Verständnis wird gefordert, und deshalb müssen wir uns noch bescheiden. Es ist nicht möglich, sich im Laufe einer einzigen Stunde — wie heute —, auch nicht im Laufe eines Tages, denn länger haben wir den Vortrag noch nicht in Händen, ein abschließendes Urteil zu bilden; dazu muß man sich wochen- und monatelang in die neue Vorstellung vertiefen; der Herr Vortragende hat selbst Jahrzehnte dazu gebraucht. Aber weiter verlangen wir außer Verständlichkeit von ihr, daß ihre Ergebnisse sich in der Praxis bestätigt finden. Wenn diese beiden Forderungen nicht erfüllt werden können, so würden wir sagen, die neue Theorie bedeutet nur eine Mathematisierung des Propellerproblems, und dann wäre sie vom Standpunkte des Ingenieurs aus zu verwerfen. Mir persönlich hat sie manche Klarheit gebracht, aber nicht in allen Fragen, und ich sehe für den Propeller auch noch nicht das Ende aller Dinge in dieser großen Arbeit des Herrn Föttinger. (Lebhafter Beifall.)

Herr Professor Dr. Ahlborn-Hamburg:

Eure Königliche Hoheit! Meine Herren! Wer wie ich seit einigen Jahrzehnten sich die Aufgabe gestellt hat, die Widerstandsvorgänge in Wasser und Luft auf experimen-

tellem Wege festzustellen, um so für die Theorie eine feste Grundlage zu schaffen, auf der sie ihre Gebäude weiter bauen kann, für den ist der heutige Vortrag des Herrn Professor Föttinger ein sehr erfreuliches Ereignis. Herr Professor Föttinger ist bei seiner neuen Schraubentheorie nicht, wie andere vor ihm, von der gedachten Wirkung eines Flächenelements der Schraubenflügel oder von der einfachen Reaktion des Schraubenstrahls ausgegangen, sondern er hat die gesamten Vorgänge in der Umgebung der Schraube in ihrem natürlichen Zusammenhange mit den Wirbelbildungen aufgefaßt, von deren Vorhandensein ich vor Jahren von dieser Stelle aus an der land photographischer und kinematischer Aufnahmen die ersten Mitteilungen machen konnte. Diese auf den ersten Blick sehr verwickelten Vorgänge werden verständlicher durch den Vergleich mit den Widerstandsströmungen an geradlinig bewegten Platten. Steht eine solche Platte rechtwinklig zum Strome, so entsteht an ihrer Rückseite ein Wirbelring, der bei Neigung der Platte unsymmetrisch wird und schließlich bei 39 Grad bis 40 Grad am unteren Plattenrande so dünn geworden ist, daß er durchreißt. Die abgerissenen Enden flattern als freie Zopfwirbel von den Rändern der Platte nach hinten und treten auch bei den kleinsten Neigungswinkeln noch in die Erscheinung.

Denkt man sich nun solche Platten vielleicht mittels eines kurzen Stiels an einer Nabe befestigt und wie ein Schraubenflügel rotierend, so hat man eine Art Propeller, entsprechend einer wohl kaum noch bekannten Erfindung des Grafen Westphalen. Im Lichtbild (Vorführung) sieht man, daß die Strömungen, die ein solches Gerät im Wasser hervorruft, denen einer gewöhnlichen Schraube sehr ähnlich sind. Die Zopfwirbel vom freien Ende der Platten legen sich wie enge Spiralbänder um den entstandenen Schraubenstrahl, während die weit schwächeren Zöpfe der inneren Plattenränder der Nabe zurückgekehrt sind. Würde man den Versuch mit echten Schraubenflächen ausführen, statt der ebenen Platten, so müßte das Ergebnis noch deutlicher sein. An vollen Propellermodellen, deren Schraubenflächen bis zur Nabe herunterreichen, ist es mir bei den früher mitgeteilten Untersuchungen über die Entwicklungsvorgänge der Schraubenströmungen in den Anfangsmomenten der Drehung nicht gelungen, die Gegenstücke der Spitzenwirbel an der Nabe und ihre Verschmelzung zu einem achsialen Wirbelkern zu erkennen. Ich bin nach dem heutigen Vortrage nicht im Zweifel, daß die Spitzenwirbel mit den Nabenwirbeln durch den großen Anfangswirbel verbunden sind und daß die feinen Spiralschrauben, die die Innenseite des trompetenförmigen Anfangsstückes des Schraubenstrahles bedecken und in die steilen Spiralschraubenbahnen des achsialen Strahlteils übergehen, nichts anderes sind, als die Zopfwirbel des Flügelgrundes. Daß aber die Rotation des so entstandenen Strahlkernes schneller erfolge, wie die des äußeren Strahles, möchte ich bezweifeln, da die engeren Spiralschraubenbahnen des Strahlkernes doch nur von der geringeren Achsialbewegung herrühren. — Das folgende Lichtbild ist eine noch nicht veröffentlichte Originalaufnahme der Strömungen an einer (im ruhenden Wasser) fahrenden vierflügeligen Schraube. Das Einströmen des Wassers in den Schraubenraum erfolgt aus allen Richtungen des Saugungsgebietes, wie bei der Arbeit der Schraube am festen Ort. Man sieht, wie die Spitzenwirbel in dichter Folge den Strahl umwickeln und so eine deutlich abgegrenzte Übergangsschicht gegen das ruhende Wasser der Umgebung erfüllen. — Die von Herrn Prof. Föttinger erwähnten Zopfwirbel, die sich an den Spalten der Turbinenschaukeln bilden und den Spaltverlust veranschaulichen, sind in dem folgenden Lichtbild sehr schön zu sehen, besonders bei stereoskopischer Betrachtung. Die Aufnahme gehört zu einer Untersuchung über die Vorgänge im Transformator, die ich früher im Auftrage der Direktion des „Vulkan“ an dem Modell vorgenommen habe, das Herr Prof. Föttinger seinerzeit hier vorgeführt hat. Herrn Geheimrat Flohr danke ich für die Einwilligung, das Bild hier zeigen zu können.

Meine Herren! Daß es wünschenswert und notwendig ist, bei allen Fragen des

Widerstandes und der Flüssigkeitsbewegung auf die natürlichen Vorgänge zurückzugreifen, bedarf heute keiner weiteren Begründung. Meine dahingehenden Bestrebungen mußten leider schon vor Jahren abgebrochen werden, da die Mittel für weitere Unterhaltung meines Laboratoriums nicht zur Verfügung standen. Zu meiner Freude kann ich heute die Mitteilung machen, daß durch das Entgegenkommen des Kommandos der Flugzeugmeisterei, Herrn Major *Wagenführ*, nunmehr die vorhandenen Hamburger Versuchseinrichtungen in vergrößerter Form in Adlershof wieder aufgebaut und in Betrieb genommen sind. Damit ist die Möglichkeit zu weiteren strömungsanalytischen Untersuchungen jeder Art gegeben, und es können neben den von der Heeresverwaltung zu stellenden Aufgaben auch solche in Angriff genommen werden, die etwa von der Marine oder der Privatindustrie in Auftrag gegeben werden. Ich hoffe, daß dadurch auch so allgemeinen Fragen, wie es die des Schiffsantriebes sind, in Zukunft noch weitere Dienste geleistet werden können. (Lebhafter Beifall.)

Herr Professor Dr.-Ing. *Föttinger* (Schlußwort):

Eure Königliche Hoheit! Meine Herren! Zunächst möchte ich mir erlauben, den Herren Vorrednern für die Anerkennung zu danken, die Sie durchweg der Sache entgegengebracht haben. Ich fühle mich fast beschämt; denn das bisher von mir Vorgetragene verdient wohl kaum, was an Lobendem gesagt worden ist.

Im einzelnen möchte ich ein paar sachliche Worte erwidern, wobei ich kaum zu widersprechen habe.

Herr *Kucharski* ist einer meiner erfolgreichsten neueren Schüler und Mitarbeiter, seine Darlegungen verdienen volle Beachtung. Sein Verfahren ist eine neue Form des bekannten Stromlinien-Zeichenverfahrens, eine Anwendung auf Schraubensymmetrie. Es hat infolgedessen natürlich außer den Vorzügen auch die Nachteile jedes Stromlinienverfahrens. Wenn man z. B. anfängt, in einen Krümmer hinein die Strom- und Potentiallinien zu zeichnen, so hat man zunächst keinen Anhalt als die Wände des Hohlraums und muß irgendeine Stromlinie zunächst probeweise in den leeren Raum hinein ziehen. Sowohl für den Ingenieur, der schnell auf ein bestimmtes Ziel hinsteuern will, wie für den Mathematiker, der noch mehr verwöhnt ist, hat diese Unbestimmtheit etwas wenig Befriedigendes. Natürlich gestattet eine gewisse Routine auch hierin schneller zu arbeiten, aber Stromlinien-Verfahren sind eben nicht zwangsläufig und erfüllen daher nicht den Wunsch nach einer gewissen Eleganz.

Im Gegensatz dazu hatte ich unter den zahlreichen Möglichkeiten, das Problem graphisch in Angriff zu nehmen, seinerzeit versucht solche Methoden auszuarbeiten, die ohne Probieren und anfängliches Tasten eine gewisse Eindeutigkeit der graphischen Operationen, eine auch im mathematischen Sinne exakte Vorschrift enthalten. Das dürfte gelungen sein; dabei haben sich aber noch andere Vorzüge ergeben, z. B. die unmittelbare Konstruktion der Geschwindigkeiten selbst (statt des Umweges über die Geschwindigkeits-Potentiale), höhere Zuverlässigkeit und — wenn gewünscht — auch Genauigkeit der mechanischen Integration (statt einer Differentiation der Potentiale), völlige Vermeidung jeder Rechnung durch universelle Hilfskurven usw.

Bei manchen Randwert-Problemen, z. B. Bestimmung der lokalen „Übergeschwindigkeiten“ (Mehrbetrag gegenüber dem Mittelwert des Querschnittes) bei Transformatoren, Zentrifugalpumpen und Wasserturbinen kann ein modern arbeitender Konstrukteur die Stromlinienverfahren allerdings nicht entbehren. Nach den grundlegenden *Prasil'schen* Arbeiten habe ich sie von Anfang an bei der Einzelausbildung der Transformatoren (seit 1907) selbst verwendet. Ich glaube aber, daß beim Propellerproblem, wo zunächst nur die punktförmigen Querschnitte der Wirbelaxen mit der Zeichenebene

als „Rand“ vorliegen, unsere universelle und zwangsläufige Integrationsmethode den Techniker eher befriedigt und daß dieselbe außerdem einen Fortschritt in mathematischer Hinsicht darstellt, so daß die Rückkehr zu Stromlinienverfahren in mancher Hinsicht vielleicht einen Rückschritt bedeutet. Selbstverständlich aber vermag dies der Bedeutung der Methode als eines weiteren Beitrags zur graphischen Hydrodynamik nicht im geringsten Abbruch zu tun. Sie bildet eine wertvolle Ergänzung für manche Zwecke.

Bei den Ausführungen von Herrn Kollegen Bendemann hatte ich nur den einen kleinen Zweifel, daß die 1,1 PS., die für die Rotationsenergie des Strahles angegeben wurden, etwas gering erscheinen. Man erwartet zunächst, daß die Größenordnung des axialen Anteils der Austrittsverluste einigermaßen übereinstimmt mit der des Rotationsanteiles. Der axiale Anteil wäre nun aber mehr als das Zehnfache größer, das ist eine volle Größenordnung — —

Herr Professor Dr.-Ing. Bendemann.

Darf ich dazu noch etwas bemerken? Wir besitzen eine Kontrolle für die 1,1 PS. oder 5,2% Rotationsenergie, nämlich darin, daß auch das Drehmoment durch eine entsprechende Integration richtig herauskommt. Dieselben Messungsergebnisse, welche die 5,2% Rotationsenergie liefern, ergaben ein nachgerechnetes Drehmoment von 30,0 m/kg. während das unmittelbar gemessene Drehmoment 27,7 m/kg betrug. Das ist eine hinreichende Übereinstimmung. Die Zahlen stimmen also.

Herr Professor Dr. Ing. Föttinger (im Schlußwort fortfahrend):

Das würde auf eine verhältnismäßig sehr hohe Tourenzahl deuten? (Herr Professor Dr. Ing. Bendemann: „Die hat er eigentlich nicht gehabt, 540 Umdrehungen!“) Ja, es kommt dabei auch auf den Schub an, man kann es so im Kopf schwer abschätzen!

Der Bewertung der Strahltheorie stimme ich vollständig bei, schon als Turbinenkonstrukteur, und bin weit entfernt, irgendetwas von vorhandenem Guten entwerten zu wollen. Man braucht nicht immer schwerstes Geschütz aufzufahren, das in unserm Falle zugleich das feinste ist, um einfache Fragen zu beurteilen.

Dann bezüglich der Konstanten, die Kollege Bendemann hier angeschrieben hat! Die Größe  $\frac{S}{2\rho F v^2} = \frac{1-\eta}{v^2}$  ist nichts anderes als die bekannte Kreisflächendruckkonstante. Wir rechnen im Schiffbau, daß dieser Flächendruck bei kleinen Geschwindigkeiten proportional dem Quadrat der Schiffsgeschwindigkeit  $v$  genommen werden darf, entsprechend „ähnlichen“ physikalischen Bedingungen, daß man dagegen bei höheren Geschwindigkeiten immer mehr in das Gebiet der Kavitation gelangt und die Kreisflächendrücke daher wesentlich unter denen des genannten Parabelgesetzes liegen müssen. Das Umbiegen der Parabelkurven nach der Horizontalen zu sieht man schön auf einem Kurvenblatt, das ich meinen Danziger Hörern für praktische Propellerrechnungen in die Hand zu drücken pflege. Die Wahl dieser Flächendrücke legt ohne weiteres einen oberen Grenzwert des Wirkungsgrades fest; das habe ich im Anhang meines 1909 hier gehaltenen Vortrages (Jahrbuch 1910, S. 213—216) kurz berührt. Wertvoll ist, daß die obige Formel so einfach den zahlenmäßigen Zusammenhang gibt.

Im Prinzip aber ist diese Vergleichszahl den Schiffbauern nicht neu und daher nicht neu eingeführt.

Ein engerer Konnex zwischen Schiffbau und Luftfahrzeugbau wäre allerdings zu wünschen, schon mit Rücksicht auf Fehler, die im ersteren seit Jahrzehnten überwunden sind, im letzteren aber neu begangen werden, z. B. das Übereinanderschlagenlassen der Schraubenkreise, das die stärksten Vibrationen und einen schlechten Wirkungsgrad ergibt.



Herrn Kollegen Weber danke ich für seine wohl allzuhohe Anerkennung. Im einzelnen erwarte ich persönlich keine wesentlich anderen Propellerformen mehr; das Wesentliche haben geniale Praktiker in kleinen Schritten wohl schon längst für die leitradlose Schraube herausgeföhlt und aus tausend Einzelbeobachtungen und Einzelgesetzen kritisch herausintegriert.

Gelegentlich dieser Studien bin ich allerdings auf etwas sehr Merkwürdiges gestoßen. Es ergab sich als Folgerung der Theorie, daß unter gewissen Umständen sogar negative Steigungen in beschränktem Maße in Betracht kommen.

Für umgekehrte Betriebsverhältnisse ist diese Forderung am Modell eines Turbinenpropellers für den Wasser- oder Luftumlauf meines im Bau befindlichen Danziger Strömungslaboratoriums schon vor dem Kriege verwirklicht worden; dieses Propellermodell harrt aber leider wegen des Krieges noch immer der Erprobung.

Ob dabei im Ganzen eine Vermehrung der Schubwirkung eintritt, kann schwer vorhergesagt werden; es kommt auf wirklich stichhaltige, nicht nur gelegentliche Versuche an. — Selbstverständlich erachte ich die heute vorgetragenen Grundlagen nur als einen gewissen Anfang. Die ganze Auffassung und der Ansatz zu einer graphischen Theorie der Wirbelbewegungen haben sich aber, mir persönlich wenigstens, als äußerst fruchtbar erwiesen. Das hoffe ich an anderer Stelle in anderer Hinsicht noch zu zeigen. Am Ende sind wir aber sicher nicht und werden es in der Technik nie sein, auch nicht in theoretischer Beziehung!

Die Verständlichmachung der modernen Hydrodynamik überhaupt erachte ich als eine sehr wichtige Aufgabe. Die Mathematiker haben uns Ingenieure in dieser Hinsicht oft im Stich gelassen, weil sie nur in seltenen Ausnahmefällen über den ganz unentbehrlichen eigenen Beobachtungsschatz verfügen und sich viel zu sehr auf die formal-mathematische Seite der Hydrodynamik beschränken müssen.

Es gibt aber einen anderen, äußerst fruchtbaren Weg, das ist die physikalische Auffassung derselben; er ist der für den Ingenieur gegebene. In einer in Arbeit befindlichen Umarbeitung des Vortrages zu einem kleinen Buch will ich versuchen, dies in einem Auszug aus meinen Danziger Vorlesungen über „Einführung in die Physik der technischen Strömungserscheinungen“ näher zu zeigen.

Herrn Kollegen Ahlborn verdanken wir alle eine große Menge Anregungen und nützlichen Materiales. Die „Westfalen“-Schraube stellt ein Kuriosum dar, das technisch natürlich einen Irrweg bedeutete, an dem man aber auch lernen konnte. Sie war eine der tausend Pseudoerfindungen auf unserem Gebiet!

Die sehr starken Nabenwirbel, die vielfach zu einem Zopfe vereinigt und beim Anfahren als silberglänzender Strang von ein bis mehreren Zoll Stärke sichtbar sind, habe ich am Versuchsboot sowohl, wie auf zahllosen Probefahrten beobachtet. Die mit den Nabenwirbeln verbundene schnellere Rotation der inneren Strahlpartien (gegenüber den äußern) ist zweifellos vorhanden und kann bei guten fahrenden Schrauben beobachtet werden. Sie ist ja nur eine Folge der Tatsache, daß die Hauptmasse der Flüssigkeit eine Potentialbewegung ohne echte (mit Einzeldrehung jedes Teilchens verknüpfte) „Rotation“ annehmen muß, weil die letztere nur beschränkten Wandschichten durch Reibung akkumulierend erteilt werden kann. Die Potentialbewegung, auch die zyklische, um eine Axe kreisende, weist aber nach der Axe hin zunehmende Umlaufgeschwindigkeiten auf.

Es ist dieselbe Erscheinung, wie wenn Wasser tangential in einen Trichter läuft, wobei der Grundtyp der Strudelbewegung entsteht. Die sehr schnelle Umlaufbewegung (es ist keine echte „Rotation“ der Einzelelemente) der mittleren Teile kann dort leicht beobachtet werden. Die Wand des „Trichters“ wird beim Schraubenstrahl durch die

äußeren, infolge der Axialbeschleunigung sich kontrahierenden Strahlschichten gebildet. Das ist natürlich nur eine anschauliche Ausdrucksweise.

Selbstverständlich habe ich das Wirbelsystem für die vorliegende erste Darlegung dieser Methoden idealisieren müssen und zunächst nur die Haupterscheinung behandelt. Vom Flügelrand gehen in Wahrheit außer den schon erwähnten „Rückenwirbeln“ und mit ihnen zusammenhängend noch Wirbelungen axialer Richtung ab, die allen Ungleichmäßigkeiten der „Zirkulation“ um den Flügel entsprechen. Hierauf hat beim Aeroplan Professor Prandtl zuerst verwiesen.

Unsere Methoden können aber ohne weiteres auch hierauf angewendet werden, nachdem das Hauptbild festliegt. Überhaupt kommt es ja in erster Linie auf die Vermeidung grober Abweichungen vom natürlichen Idealbild an, die feinere Ziselierung bringt viel weniger.

Das Entscheidende ist auch hier die wissenschaftlich-kritische Denkungsweise, die der Techniker ebenso betätigen kann, wie der Mathematiker, die Anwendung des Geistes der Mathematik, — nicht nur ihres Formelhandwerkszeugs —, gepaart mit dem Konstruktionswillen, dem Drang, die Gedanken der Materie aufzuzwingen.

Die Pflege dieser Grundzüge deutscher Technik und damit auch die Wurzeln der vorliegenden Arbeit danken wir selbst unseren Lehrern, unseren deutschen Hochschulen, um die uns die Feinde beneiden! (Lebhafter Beifall.)

Der Ehrenvorsitzende, Seine Königliche Hoheit Großherzog Friedrich-August von Oldenburg.

Meine Herren! Die verschiedenen Redner haben sich schon sehr günstig über den Vortrag des Herrn Föttinger geäußert, daß mir als Laien kaum noch etwas zu sagen übrig bleibt. Soweit ich verstanden habe, haben die bisherigen Schraubentheorien die Vorgänge im Schraubenkreise als zweidimensional betrachtet, während sie nach den Ausführungen des Herrn Dr. Föttinger als dreidimensional anzusehen sind; und das scheint mir einleuchtend. Ob der gedachte Ersatz der Schraubenflügel durch erstarrte Wirbelkerne die Schraubentheorie vereinfachen wird, muß, wie ich glaube, vorläufig noch abgewartet werden, bis weitere Beobachtungen und Erfahrungen hierüber gesammelt sein werden. Auf jeden Fall aber ist in dem Vortrage eine gewaltige Arbeit von weitreichender Bedeutung zum Ausdruck gekommen; und wir müssen Herrn Professor Föttinger unseren allerherzlichsten Dank aussprechen für das, was er uns heute gebracht hat. (Lebhafter andauernder Beifall.)

---

Beiträge.

## XIV. Modellversuche mit Schaufelrad-Propellern.

*Von Dr.-Ing. K. Schaffran. Berlin.*

Die Wirkungsweise eines Schaufelrades läßt sich ähnlich wie die eines Schraubenpropellers kurz dahin definieren, daß durch Beschleunigung einer Wassermasse derjenige nutzbare Schub erzeugt wird, welcher zur Überwindung des Schiffswiderstandes bei der betreffenden Fahrtgeschwindigkeit erforderlich ist. Während dieser Vorgang bei einem Schraubenpropeller als ein annähernd kontinuierlicher angesehen werden kann, findet bei einem Schaufelrade insofern eine mehr oder weniger stoßweise, ruderartige Wirkung statt, als die Beschleunigung der bewegten Wassermasse keine stetige ist, und zwar aus dem Grunde, weil die Relativgeschwindigkeit der Schaufeln zum Wasser von dem Augenblick ihres Eintauchens bis zu dem ihrer tiefsten Lage naturgemäß stark anwächst und von dort an bis zu dem Moment ihres Austauchens aus dem Wasser wieder in ähnlicher Weise abnimmt. Wenn auch gerade infolge dieses Umstandes der Schaufelradpropeller vielfach als ein ideal günstiger angesehen wird, so dürfte es doch schwierig sein, hierfür durch Betrachtungen rein theoretischer Natur den erforderlichen Nachweis zu erbringen. Um daher diesem Problem näher zu kommen, werden sich in Ermangelung von zuverlässigen Probefahrtsergebnissen die notwendigen Unterlagen nur aus den Ergebnissen systematischer Modellversuche ableiten lassen, wie sie in folgendem erörtert werden sollen.

Bei der Übertragung der gewonnenen Versuchswerte auf die Verhältnisse naturgroßer ausgeführter Schaufelräder ist es allerdings auch erforderlich, von gewissen mathematisch-physikalischen Gesetzen Gebrauch zu machen, deren Richtigkeit sich aber durch die Auswertung der zugehörigen Probefahrtsergebnisse nachweisen läßt. Unter der vorläufigen Annahme, daß es ohne weiteres statthaft ist, das sogenannte Propellerähnlichkeitsgesetz auch bei Schaufelrädern anzuwenden, müßten für alle ähnlichen Räder bei gleichem Slip gleiche Wirkungsgrade  $\eta_p$  sowie gleiche Schub- und Momentenkonstanten zu erwarten sein.

Fraglich ist hierbei aber, ob man bei einem Schaufelrade denselben Begriff des Slips einführen darf, welcher für Schraubenpropeller in der Versuchstechnik allgemein bei der Auswertung der Ergebnisse deshalb mit Vorliebe zugrunde gelegt wird, weil sich die oben angeführten charakteristischen Konstanten mehr oder weniger als eine einfache Funktion desselben darstellen lassen. Um über diese Verhältnisse Klarheit zu gewinnen, ist es zunächst erforderlich, die Abhängigkeit des Schubes eines Schaufelrades von Tourenzahl und Fahrtgeschwindigkeit zu ermitteln. Bei Schraubenpropellern wurde zu demselben Zweck für den Impuls die Gleichung:

$$S = c \cdot M \cdot dV$$

zugrunde gelegt (s. Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft 1914, S. 568—570).

M = Masse des durch die Propellerdiskfläche in der Zeiteinheit durchgetriebenen

$$\text{Wassers} = c \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot A \cdot V_a;$$

$\gamma$  = spezifisches Gewicht des Wassers gleich 1000 kg pro cbm;

$g$  = Erdbeschleunigung = 9,81 m/sec<sup>2</sup>;

A = Propellerdiskfläche in qm =  $D^2 \cdot \frac{\pi}{4}$ ;

$V_a$  = nominelle Austrittsgeschwindigkeit des Wassers aus dem Propeller in m/sec =  $n \cdot H$ ;

H = nominelle oder mathematische Steigung der Propellerdruckseite;

$dV = V_a - V_e$  = Geschwindigkeitsänderung an der durchgetriebenen Wassermasse pro Sekunde;

$V_e$  = nominelle Zuflußgeschwindigkeit des Wassers nach dem Propeller in m/sec = Fahrtgeschwindigkeit unter Berücksichtigung des Nachstroms;

c = versuchstechnisch zu ermittelnde Konstante.

$$\therefore S = c \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot A \cdot V_a (V_a - V_e).$$

Neuere Autoren wenden eine Formel von demselben Aufbau ohne weiteres auch für die Impulsgleichung eines Schaufelrades an, mit dem einzigen Unterschiede, daß statt des Diskareals A die Fläche F zweier gleichartig tauchender Schaufeln beider Räder in qm und für die nominelle Austrittsgeschwindigkeit  $V_a = nH$  die damit gleichwertige, im Zapfenkreis gemessene, Umfangsgeschwindigkeit  $V_z$  des Rades in m/sec eingeführt wird, so daß die betreffende Beziehung in den Ausdruck übergeht:

$$\Gamma) \dots \dots \dots S = c \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot F \cdot V_z (V_z - V_e).$$

Im Gegensatz dazu wird nach älteren Quellen auch noch vielfach die andere Ansicht vertreten, daß der Schub eines Schaufelrades im wesentlichen eine rein quadratische Funktion der Relativgeschwindigkeit der bewegten Schaufeln zum Wasser ( $V_z - V_e$ ) ist und daher durch die Gleichung ausgedrückt werden kann:

$$\text{II) } \dots \dots \dots S = c \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot F \cdot (V_z - V_e)^2.$$

Der Vollständigkeit wegen mag schließlich noch angeführt werden, daß sich in der Literatur für dieselben Beziehungen noch die folgende Gleichung findet:

$$\text{III) } \dots \dots \dots S = c \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot F \cdot V_e (V_z - V_e).$$

Alle drei Formeln bringen in gleicher Weise zum Ausdruck, daß eine von den Schaufeln des Rades bewegte Wassermasse in deren Zeiteinheit die Geschwindigkeitsänderung  $V_z - V_e$  erfährt. Während aber in der Formel I die Annahme zugrunde gelegt worden ist, daß der Kubus der bearbeiteten Wassermasse im wesentlichen durch das Produkt aus der Fläche  $F$  zweier gleichartig tauchenden Schaufeln beider Räder und der im Zapfenkreis bzw. Schaufeldruckmittelpunkt gemessenen Umfangsgeschwindigkeit  $V_z$  derselben bestimmt wird, wird die betreffende Größe in Formel III gleich Schaufelfläche mal Schiffgeschwindigkeit  $V_e$  (unter Berücksichtigung des Nachstroms) gesetzt und in Formel II angenommen, daß das Produkt aus der Schaufelfläche  $F$  und der Differenz ( $V_z - V_e$ ) zwischen Zapfenkreisgeschwindigkeit und Fahrtgeschwindigkeit dafür maßgebend ist. In Wirklichkeit dürften alle drei Formeln die beim Arbeiten eines Schaufelrades vorliegenden Verhältnisse nur in mehr oder weniger unvollkommener Weise kennzeichnen. Auf jeden Fall wird die ad III angeführte Gleichung  $S = c \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot V_e \cdot (V_z - V_e)$  unzuverlässig sein. Dieses geht schon daraus hervor, daß sich nach derselben bei Annahme einer Fahrtgeschwindigkeit  $V_e = 0$ , wie sie bei der Standprobe vorliegt, ein Schub des Schaufelrades gleich Null ergibt, was naturgemäß bei einer bestimmten Umfangsgeschwindigkeit  $V_z$  nicht eintreten kann. Im Gegensatz dazu werden durch die anderen beiden Formeln I und II auch für die Standprobe bestimmte positive Werte geliefert, die für diesen Sonderfall nach derselben Funktion  $S = c \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot F \cdot V_z^2$  mit dem Quadrat der Umfangsgeschwindigkeit zunehmen. Sobald man jedoch die Gleichungen I und II für die Berechnung des Schubes eines in Fahrt befindlichen Schaufelrades zugrunde legt, ergeben dieselben, absolut und auch relativ genommen, voneinander stark abweichende Werte. Um nun zunächst nachzuprüfen, welche von

diesen beiden Formeln die in Wirklichkeit vorliegenden Verhältnisse, wenn auch nicht vollkommen exakt, so doch mit bester Annäherung berücksichtigt, ist eine Auswertung der in Tabelle 1 aufgeführten Schleppversuchsergebnisse des Seitenradschleppdampfers „Hugo Marcus“<sup>1)</sup> nach folgenden Gesichtspunkten vorgenommen worden. Das Drehmoment, welches in den verschiedenen Fällen von der Maschine auf die Schaufelräder übertragen wurde, läßt sich in ungefährender Weise durch die Werte von  $\frac{I P S}{n_s}$  charakterisieren, wobei  $n_s$  die Tourenzahl pro Minute bedeutet.

Tabelle 1.

Schleppversuchsergebnisse des Seitenradschleppdampfers „Hugo Marcus“ auf der Elbe am 23. und 29. Juni 1911.

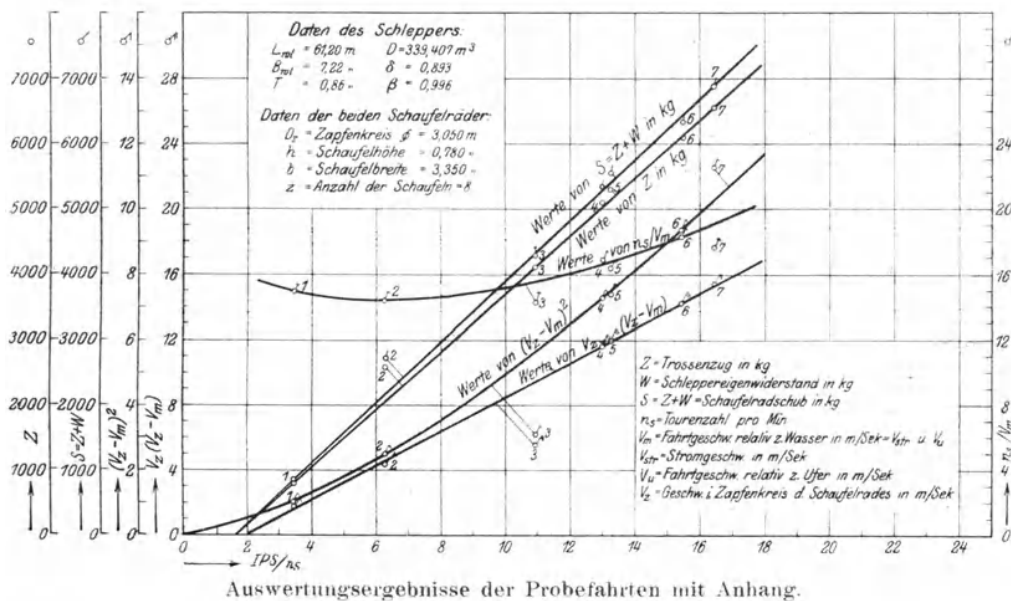
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$V_Z$ m/sec	$V_m$ (m/sec)	IPS	$n_s$ (Min)	Z (kg)	W (kg)	$S =$ Z + W	$\frac{V_Z \times}{(V_Z - V_m)}$	$(V_Z - V_m)^2$	$n_s/V_m$	$\frac{I P S}{n_s}$
1,75	0,734	38	10,96	800	50	850	1,778	1,032	14,95	3,47
2,80	1,220	110	17,55	2 580	140	2 720	4,425	2,496	14,40	6,27
3,14	1,378	215	19,67	4 100	180	4 280	5,532	3,103	14,30	10,93
4,30	1,598	350	26,94	5 100	240	5 340	11,620	7,300	16,85	12,99
4,40	1,680	365	27,57	5 300	260	5 560	11,970	7,400	16,40	13,24
4,65	1,590	450	29,12	6 100	230	6 330	14,230	9,360	18,30	15,45
5,20	1,845	535	32,58	6 550	320	6 870	17,450	11,260	17,67	16,425

Der Schub S der Schaufeln, welcher sich aus dem nutzbaren Trossenzug Z und dem Schleppereigenwiderstand W zusammensetzt, muß eine mehr oder weniger einfache Funktion des Drehmomentes, mithin auch des Wertes von  $\frac{I P S}{n_s}$  sein, da der Hebelarm, an dem die Schubkraft angreift, durch den ungefähr im Zapfenkreis liegenden Druckmittelpunkt der Schaufeln eindeutig bestimmt wird und durchweg als annähernd konstant angesehen werden kann. Trägt man daher nach Maßgabe der Diagramme Abb. 1 die Werte von S bzw. W sowie die die letzteren nach den oben angeführten Impulsgleichungen I und II bestimmenden von  $V_Z$  ( $V_Z - V_m$ ) und  $(V_Z - V_m)^2$  als Funktionen von  $\frac{I P S}{n_s}$  graphisch auf, so erhält man ein anschauliches Bild über den Zusammenhang der einzelnen in Frage kommenden Faktoren. Unter  $V_m$  ist hierbei die Fahrtgeschwindigkeit des Schleppers relativ zum Wasser in m/sec und noch nicht die um die Größe des Nachstroms korrigierte nominelle Zuflußgeschwindigkeit  $V_0$  des Wassers zum

<sup>1)</sup> S. „Schiffbau“ 1912/13, S. 15).

Schauflerrade aus dem Grunde eingeführt worden, um keine weiteren unsicheren Annahmen zu machen. Wie aus dem Verlauf der Kurvenzüge Abb. 1 zu ersehen ist, besteht zwischen den Werten von S und denen von  $\frac{IPS}{n_s}$  abgesehen von einigen Streuungen, die sich bei Probefahrten nie ganz vermeiden lassen, jedenfalls eine einfache Beziehung, womit zunächst die oben gemachte Voraussetzung über den unmittelbaren Zusammenhang zwischen Schaufelradschub und Drehmoment bzw. Drehkraft als statthaft nachgewiesen sein dürfte. Ferner läßt sich aus den betreffenden Diagrammen leicht entnehmen, daß die Werte von  $V_z$  ( $V_z - V_m$ ) fast genau nach derselben Funktion anwachsen, wie die des Schubes S, während

Seitenradschlepper „Hugo Marcus“



Auswertungsergebnisse der Probefahrten mit Anhang.

Abb. 1.

die Abhängigkeit des letzteren von den  $(V_z - V_m)^2$  Werten, wenn auch ebenfalls gesetzmäßig, so doch weit komplizierter ist. Mithin dürfte man die oben in der Formel I

$$S = c \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot F \cdot V_z (V_z - V_e)$$

zum Ausdruck gebrachte Gleichung auch für den Impuls eines in Fahrt befindlichen Schaufelrades wohl als die maßgebende ansehen und daraus die weitere Schlußfolgerung ziehen können, daß infolge der Beziehung

$$S = c \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot F \cdot V_z^2 \cdot \frac{V_z - V_e}{V_z} = c \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot F \cdot V_z^2 \cdot s_n,$$



durch den nominellen Slip  $s_n = \frac{V_Z - V_e}{V_Z}$  der Arbeitszustand eines Rades in genau derselben Weise charakterisiert wird, wie dies bei einem Schraubenpropeller nachgewiesenermaßen der Fall ist. Die allgemeine Formel für den Wirkungsgrad eines Propellers lautet:

$$\eta_p = \frac{S \cdot V_e}{2 \cdot \pi \cdot n \cdot M}$$

bei einem Schaufelrade ist nach der Beziehungsgleichung  $s_n = \frac{V_Z - V_e}{V_Z}$ :

$$V_e = V_Z (1 - s_n),$$

$$V_Z = D_Z \cdot \pi \cdot n,$$

$D_Z$  = Zapfenkreisdurchmesser des Rades;

$$\therefore \eta_p = \frac{S \cdot D_Z \cdot \pi \cdot n}{2 \cdot \pi \cdot n \cdot M} \cdot (1 - s_n) = \frac{S}{M} \cdot \frac{D_Z}{2} (1 - s_n).$$

Hieraus folgt, daß bei der oben gekennzeichneten, unmittelbaren Abhängigkeit des Schubes  $S$  vom Drehmoment  $M$  auch der Wirkungsgrad eines Schaufelrades im wesentlichen eine eindeutige Funktion des nominellen Slips  $s_n$  sein muß, unabhängig von den absoluten Werten der Fahrtgeschwindigkeit und Tourenzahl und nur abhängig von dem Verhältnis dieser beiden zueinander oder von dem der Fahrtgeschwindigkeit zu der Umfangsgeschwindigkeit (im Zapfenkreis)  $\frac{V_e}{V_Z}$ , durch welche Beziehung der Slip ebenfalls charakterisiert wird. Inwieweit dieses allgemeine Propellergesetz auch noch für die Verhältnisse einander genau ähnlicher Schaufelräder zutreffend ist, dürfte sich nur durch die Ergebnisse systematischer Modellversuche nachweisen lassen. Für den Fall, daß das sogenannte Ähnlichkeitsgesetz in gleicher Weise wie bei Schraubenpropellern auch bei Radpropellern anwendbar ist, müßten bei ähnlichen Rädern für gleichen Slip und demnach für gleiches Verhältnis von Fahrtgeschwindigkeit zu Umfangsgeschwindigkeit außer den erwähnten gleichen Wirkungsgraden auch gleiche Schub- und Momentenkonstanten vorliegen. Letztere können für ein und dasselbe Schaufelrad sowie für alle diesem genau ähnlichen Räder, unabhängig von der Tourenzahl und der absoluten Dimension in folgender Weise zur Darstellung gebracht werden:

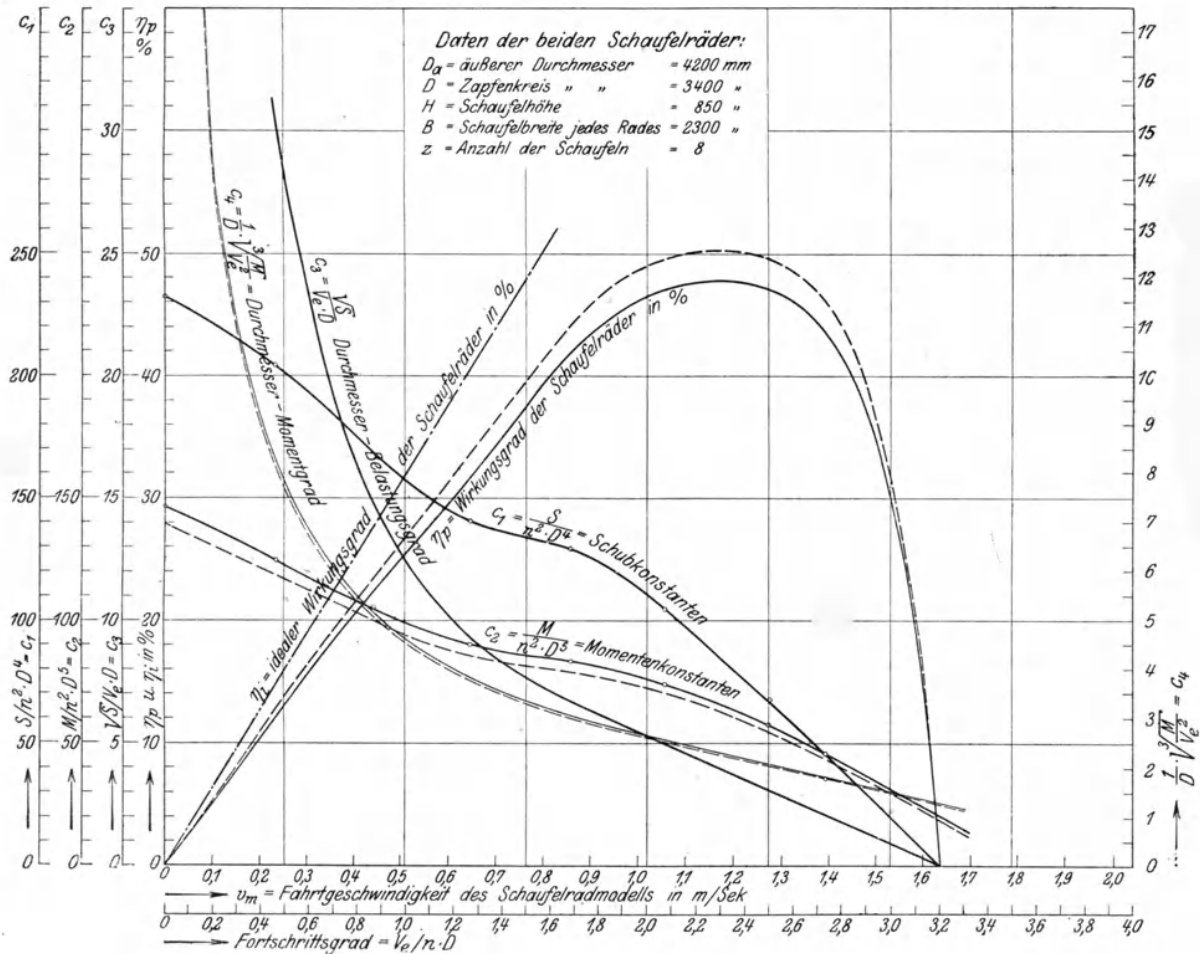
Nach obigem war der Schub eines Schaufelrades bei einem bestimmten Slip

$$S = c \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot F \cdot V_Z^2 \cdot s_n,$$

mithin auch gleich  $S = k \cdot F \cdot V_Z^2$ , worin  $k$  eine von dem betreffenden Rade und dem vorliegenden Slip abhängige Konstante bedeutet.

$V_Z = n D_Z \cdot \pi$ , oder (Zapfenkreisdurchmesser  $D_Z$  der Einfachheit halber mit  $D$  bezeichnet):  $V_Z = k \cdot n D$ .

**Schaufelradmodell. Versuche mit freifahrendem Modell eines Schaufelradpaares.**



Tauchtiefe: Oberkante Schaufel 400 mm; Tourenzahl des Modells konstant = 3/sec.  
 Modellmaßstab 1:20.

Abb. 2.

Das Areal  $F$  zweier gleichartig tauchender Schaufeln eines Räderpaares ist bei ähnlichen Schaufelrädern direkt dem Quadrat des Durchmessers proportional, d. h.  $F = k \cdot D^2$ ;

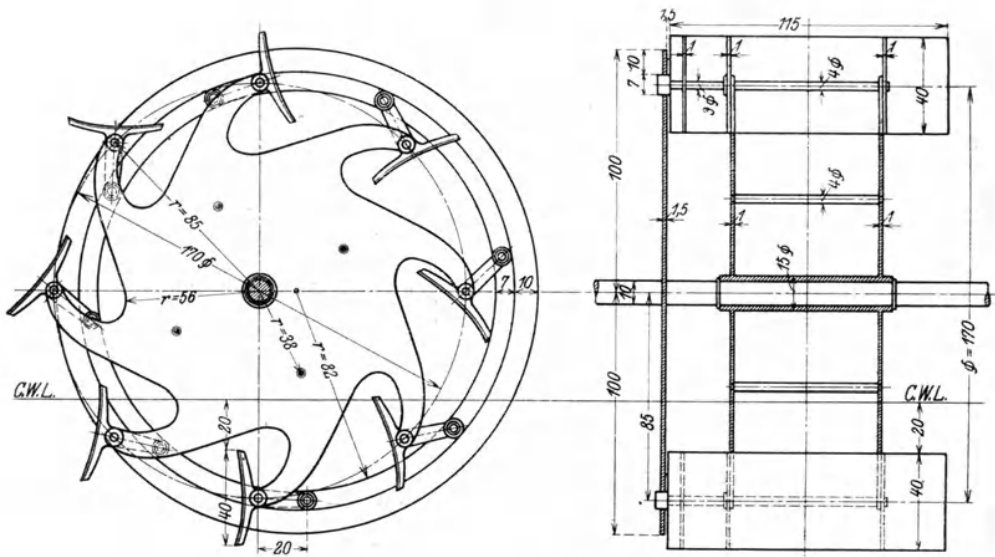
$\therefore S = k \cdot n^2 D^4$  und  $\frac{S}{n^2 D^4} = k = c_1 = \text{Schubkonstante.}$

Das erforderliche Drehmoment  $M$  ist nach den eingangs durchgeführten Untersuchungen eine mehr oder weniger einfache Funktion des zu leistenden Schubes  $S$ , mithin

$$M = k \cdot S \cdot R; R = \text{Zapfenkreishalbmesser} = \frac{D}{2},$$

$$\therefore M = k \cdot S \cdot D = k \cdot n^2 \cdot D^5 \text{ und } \frac{M}{n^2 D^5} = k = c_2 = \text{Momentenkonstante.}$$

### Schaufelrad — Modell A.



$D$ = Zapfenkreisdurchmesser	= 170 mm
$b = B/D$ = Breitenverhältnis	= 1,353
$h = H/D$ = Höhenverhältnis	= 0,250
$t = T/D$ = Tauchungsverhältnis	= 0,1176
$z$ = Anzahl der Schaufeln	= 8

Abb. 3.

Schließlich wurde als nomineller Slip eines Schaufelrades die Beziehung

$$s_n = \frac{V_z - V_e}{V_z} = 1 - \frac{V_e}{V_z} \text{ eingeführt.}$$

$\frac{V_e}{V_z} = 1 - s_n; V_z = k \cdot n D; \frac{V_e}{n D} = k (1 - s_n) = \text{Fortschrittsgrad}$ , durch welchen der Slip ebenfalls eindeutig charakterisiert wird. In den Diagrammen Abb. 2 sind als Funktion dieses Fortschrittsgrades  $\frac{V_e}{n D}$  die Schub- und Momentenkonstanten  $c_1 = \frac{S}{n^2 D^4}$  und  $c_2 = \frac{M}{n^2 D^5}$  sowie die zugehörigen Wirkungsgrade  $\eta_p$

eines im Maßstab  $1/20$  der natürlichen Größe ausgeführten Modellschaufelradpaares, welches mit der konstanten korrespondierenden Tourenzahl von  $n = 3/\text{sec}$  bei verschiedenen Fahrtgeschwindigkeiten im Bassin untersucht worden war, punktweise und in ausgezogenen Kurven aufgetragen. Die Konstruktion eines der beiden Räder dieses Modells A mit beweglichen Schaufeln ist in Abb. 3 dargestellt. Seiten- und Vorderansicht zeigen die Abb. 4, 5 und 6. Das Modell hatte einen Zapfenkreisdurchmesser  $D = 170$  mm, eine Gesamtbreite beider

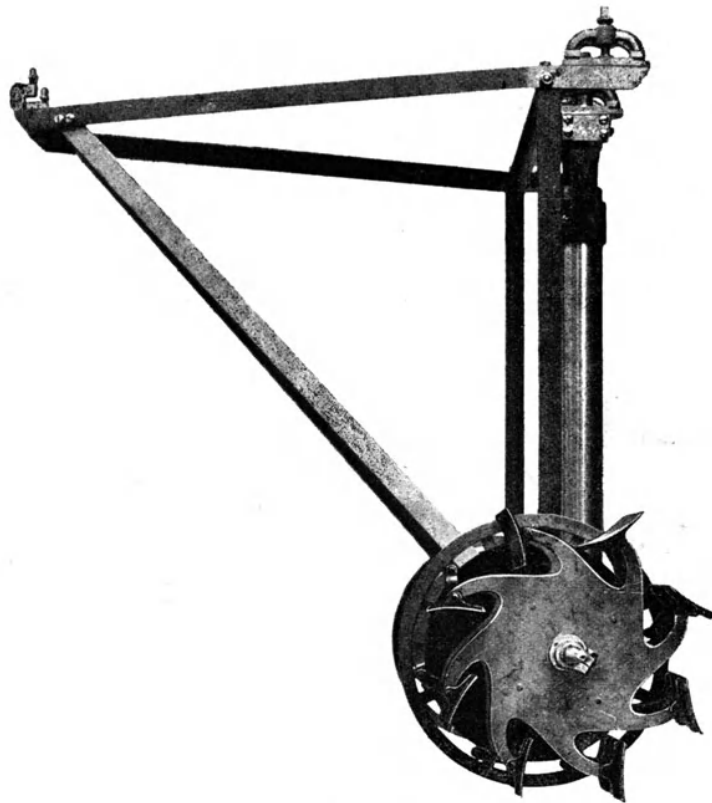


Abb. 4.

Schaufeln  $B = 230$  mm, eine Schaufelhöhe  $H = 40$  mm und tauchte in Ruhelage mit Oberkante Schaufeln (in tiefster Stellung) um die Strecke  $T = 20$  mm unter Wasser. Es war bezüglich der für den Versuch in Frage kommenden Teile die im Maßstabe  $1/20$  ausgeführte Nachbildung eines der 4 auf einer Welle sitzenden gleichartigen Räder (s. Abb. 7) eines Seitenradschleppers von  $V_s = \text{etwa } 13 \text{ km/Std.}$  Konstruktionsgeschwindigkeit und  $\text{IPS} = \text{etwa } 1200$  indizierten Pferdestärken bei  $n_s = 33$  Touren pro Minute mit dem einzigen Unterschiede, daß die Steuerung

der beweglichen Schaufeln nicht, wie gewöhnlich, durch einen Exzenter mit Führungsstangen, sondern auf folgende einfachere und doch der Wirklichkeit nahekommenden Weise erreicht wurde. Bei dem naturgroßen ausgeführten Rade läßt sich für die Endpunkte der an den Schaufeln angebrachten Führungshebel der geometrische Ort ihrer Bahn während eines Umlaufes zeichnerisch ermitteln. Derselbe ist, wenigstens für die Periode des Durchganges der Schaufeln durch das Wasser ein Kreis von gleichem Durchmesser wie der sogenannte Zapfenkreis mit einer bestimmten, auf der Höhe der Drehachse des Rades nach vorne zu liegenden

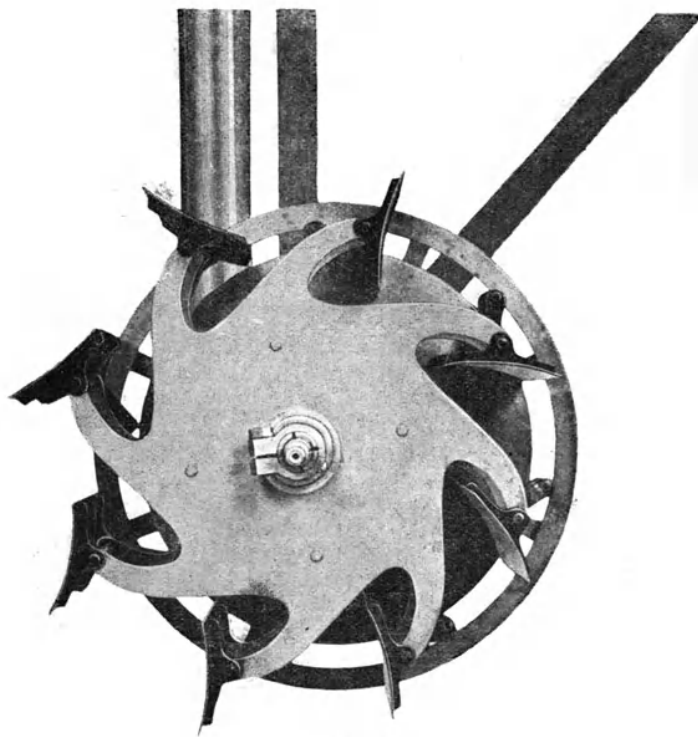


Abb. 5.

Exzentrizität. Es wurden nun auf der Innenseite jedes der beiden Räder des Modells die aus Abb. 3, 4, 5 und 6 dargestellten feststehenden Leitscheiben mit kreisförmigen Schlitzen angebracht, um darin vermittelt möglichst reibungsloser Rollen die Endpunkte der Führungshebel der Schaufeln in der gewünschten Weise zu steuern. Wenn diese Art der Modellausführung der des naturgroßen Rades auch nicht vollkommen entsprach, so wurde dieselbe schließlich doch aus dem Grunde gewählt, weil eine genaue Nachbildung eines Schaufelrades im Modell mit gewöhnlichem Exzenter und Führungsstangen wegen der unähnlichen Rei-

bungsverhältnisse in den zahlreichen Lagerungen der Gelenke keine brauchbaren Versuchswerte ergeben hatte. Auch bei dem vereinfachten Rade nach Modell A dürfte sich ein mehr oder weniger schädlicher Einfluß der Führungsrollen auf die Resultate bemerkbar gemacht haben. Um diesen abernach Möglichkeit auszuschalten, und wenigstens relativ richtige Werte für das nackte Rad ohne Führungsmechanismus zu gewinnen, wurden die Reibungsverhältnisse der Rollen in der Leitscheibe nachträglich für sich besonders ermittelt und die ursprünglich fest-

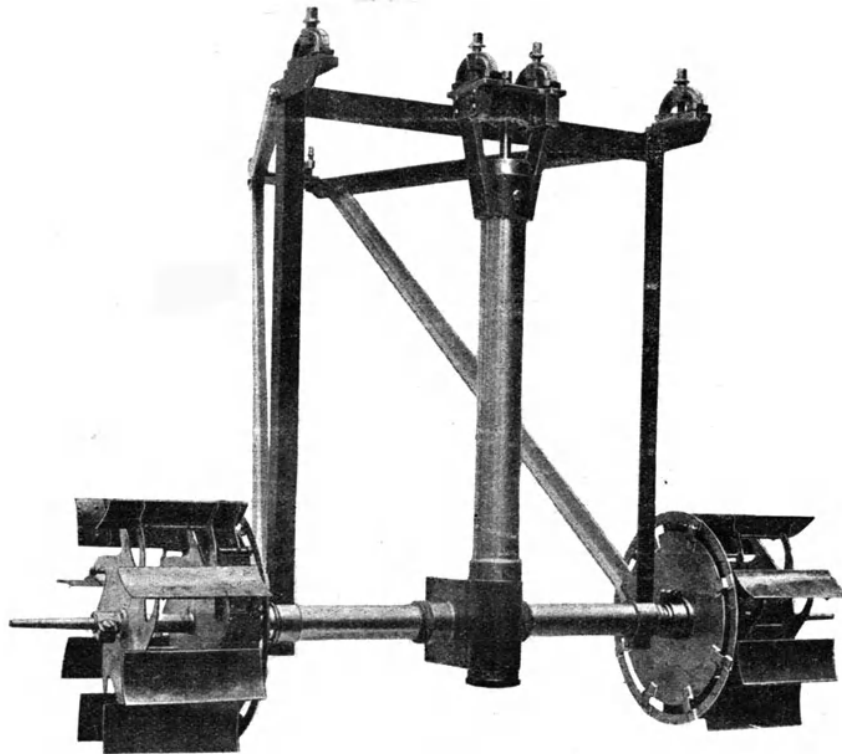


Abb. 6.

gestellten Drehmomente dementsprechend korrigiert, wie dies in den Abb. 2 punktiert ausgezogenen Kurven für die Momentenkonstanten und den Wirkungsgrad zum Ausdruck gebracht worden ist. Die Schubkonstantenkurve des untersuchten Modellschaufelradpaares zeigt nicht durchweg den kontinuierlichen Verlauf wie bei Schraubenpropellern, sondern weist bei dem Fortschrittsgrad  $\frac{V_0}{nD}$  = ca. 1,6, welcher ziemlich genau den Verhältnissen entspricht, für die das Rad konstruiert worden ist, einen stark ausgeprägten Buckel auf. Durch letzteren

Schaufelrad von 4200 mm  $\varnothing$ .

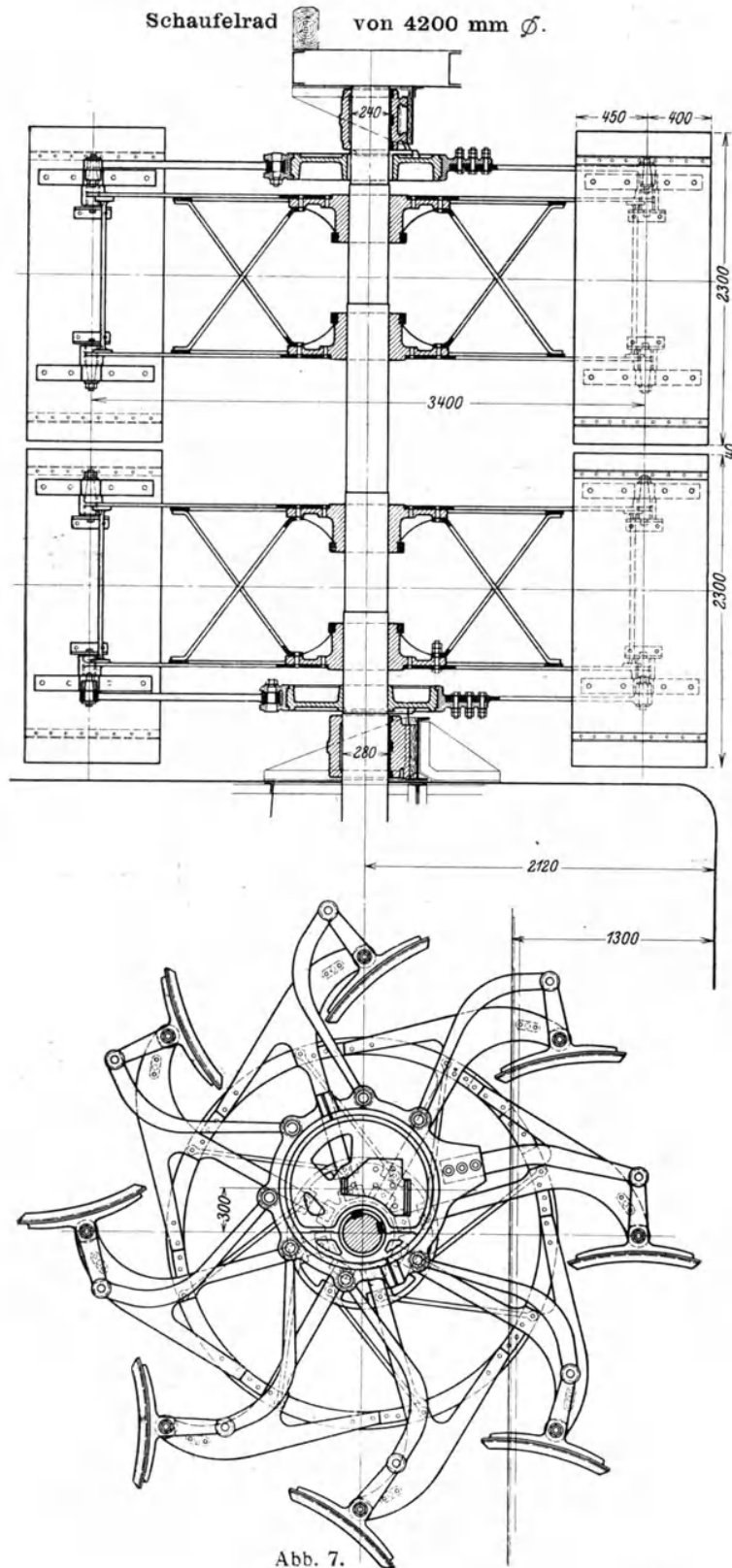


Abb. 7.

tritt deutlich in die Erscheinung, daß an dieser Stelle eine starke Schubvermehrung vorgelegen haben muß, welche ihre Ursache darin hat, daß hierbei die Schaufeln des Rades unter den günstigsten Anstellungen durch das Wasser geführt worden sind. In der Kurve der Momentenkonstanten macht sich bei dem gleichen Fortschrittsgrad  $\frac{V_e}{n D} = \text{ca. } 1,6$  zwar auch ein ähnlicher Schlag bemerkbar. Da derselbe jedoch bedeutend weniger ausgeprägt ist, wie bei der Schubkonstantenkurve, so erreicht der Wirkungsgrad an dieser Stelle einen verhältnismäßig hohen Wert. Naturgemäß ist der letztere aber auch unter diesen bei der Konstruktion berücksichtigten günstigsten Verhältnissen immer noch nicht so groß, wie der in den Diagrammen Abb. 2 ebenfalls eingetragene ideale Wirkungsgrad  $\eta_i = \frac{V_e}{V_z}$  (s. S. 503), welcher sich im Grenzfalle nur mit einem vollkommen widerstandslosen Schaufelrade ohne Reibungs-, Tauch- und Wirbelverluste erzielen lassen würde, was praktisch natürlich nicht bewerkstelligt werden kann. Bei den niedrigen Fortschrittsgraden  $\frac{V_e}{n D}$ , die den hohen Slipverhältnissen entsprechen, zeigt aber die Kurve der durch den Versuch wirklich festgestellten Wirkungsgrade  $\eta_p$  eine harmonische Anpassung an die der idealen  $\eta_i$ , die insofern sogar eine ziemlich gesetzmäßige ist, als hierbei zugeordnete Werte beider in einem annähernd konstanten Verhältnis zueinander stehen. Die Übertragung der Modellversuchsergebnisse des Schaufelradpaares A auf die Verhältnisse des vorliegenden Seitenradschleppers von  $\text{IPS}_s = 1200$  indizierten Pferdestärken bei  $n_s = 33$  Touren pro Minute kann nun auf folgende, gleich an einigen Zahlenbeispielen erläuterten Weise ausgeführt werden.

Unter Annahme eines Maschinenwirkungsgrades von  $\eta_m = 0,85$  stehen für die 4 Räder des Schleppers insgesamt  $\text{WPS} = \text{IPS} \cdot \eta_m = 1200 \cdot 0,85 = 1020$  abgebremste Wellenpferdestärken, mithin für jedes Räderpaar  $\text{WPS} = 510$  zur Verfügung. Bei  $n_s = 33$  Touren pro Minute  $= n = 0,55$  pro Sekunde kann demnach ein Drehmoment  $M = \frac{\text{WPS} \cdot 75}{2 \cdot \pi \cdot n} = \frac{510 \cdot 75}{2 \cdot \pi \cdot 0,55} = 11\,050$  m/kg aufgewandt werden. Um dieses aufzuzehren, muß das gewählte Schaufelradpaar mit dem gewählten Zapfenkreisdurchmesser von  $D = 3,4$  m bei einer Momentenkonstanten

$$c_2 = \frac{M}{n^2 D^5} = \frac{11\,050}{0,55^2 \cdot 3,4^5} = 80,8$$

arbeiten, für welche die Diagramme Abb. 2 einen Slipgrad  $\frac{V_e}{n D} = 1,56$ , eine Schubkonstante  $c_1 = \frac{S}{n^2 D^4} = 133$  und einen reinen Propellerwirkungsgrad  $\eta_p = 0,409$



bestimmen. Der erreichbare effektive Schub zweier Räder würde demnach  $S = c_1 \cdot n^2 D^4 = 133 \cdot 0,55^2 \cdot 3,40^4 = 5370$  kg, mithin für alle 4 Räder zusammen  $2 \cdot 5370 = 10\,740$  kg betragen. Derselbe müßte gleich dem nutzbaren Trossenzug  $Z$  plus dem um den Sog vermehrten Eigenwiderstand des Schleppers sein.

$$S = \frac{Z + W}{1 - t}; \quad t = \text{Sogziffer nach ähnlichen Versuchen zu } 0,05 \text{ angenommen}$$

$W$  auf Grund von Schleppversuchen des Schiffsmodells für die Schleppgeschwindigkeit mit 860 kg eingesetzt, ergibt

$$Z = S \cdot (1 - t) - W = 10\,740 \cdot 0,95 - 860 = 9340 \text{ kg.}$$

Bedingung hierfür ist allerdings, daß die Schaufelräder auch wirklich bei dem oben erwähnten, durch die Momentenkonstante von  $c_2 = 80,8$  bestimmten Fortschrittsgrad  $\frac{V_e}{n D} = 1,56$  arbeiten,  $V_e$  bedeutet die nominelle Zuflußgeschwindigkeit des Wassers nach den Rädern, unter Berücksichtigung des Nachstromes und ist gleich  $V_m (1 - w)$ ;

$V_m$  = Schleppgeschwindigkeit relativ zum Wasser in m/sec;

$w$  = Nachstromziffer, auf Grund ähnlicher Versuche zu 0,10 angenommen.

$$\therefore \frac{V_m \cdot 0,90}{n \cdot D} = \frac{V_m \cdot 0,9}{0,55 \cdot 3,4} = 1,56;$$

$V_m = 3,24$  m/sec =  $V_s = 11,65$  km/Std. Die nutzbaren Trossenzug-Pferdestärken betragen demnach

$$Z \text{ P S} = \frac{Z \cdot V_m}{75} = \frac{9340 \cdot 3,24}{75} = 403$$

und der Schleppwirkungsgrad  $\eta = \frac{Z \text{ P S}}{I \text{ P S}} = \frac{403}{1200} = 0,335$ , schließlich der sogenannte Schleppgütegrad

$$Z / I \text{ P S} = 9340 / 1200 = 7,78 \text{ kg pro indizierte Pferdestärke.}$$

Der oben ermittelte reine Propellerwirkungsgrad  $\eta_p = 0,409$  schließlich muß gleich dem Verhältnis der effektiven Propellerschub-Pferdestärken  $S \text{ P S}$  zu den abgebremsten Wellenpferdestärken  $W \text{ P S}$  sein.

$$S \text{ P S} = \frac{S \cdot V_e}{75}; \quad V_e = V_m \cdot 0,9 = 3,25 \cdot 0,9 = 2,92 \text{ m/sec.}$$

$S$  = Propellerschub sämtlicher 4 Räder des Schleppers = 10 740 kg;

$$S \text{ P S} = \frac{10740 \cdot 2,92}{75} = 418; \quad \eta_p = \frac{S \text{ P S}}{W \text{ P S}} = \frac{418}{1020} = 0,409.$$

Wird anderseits ein bestimmter Trossenzug  $Z$  und demnach auch bei der betreffenden Konstruktionsgeschwindigkeit bestimmter erforderlicher Propellerschub von z. B.  $S = 9000$  kg verlangt und sollen hierbei die Räder auf die Touren-

zahl der Maschine von  $n_s = 33/\text{min} = 0,55 \text{ sec}$  kommen, so kann eine Übertragung der Bassinversuchsergebnisse des Modellschaufelradpaares A auf die Verhältnisse der 4 naturgroßen Räder des Schleppers in folgender Weise vorgenommen werden:

Schiffseigenwiderstand  $W = c \cdot 980 \text{ kg}$ ;

$$\therefore S = \frac{Z + W}{1 - t} = \frac{9000 + 980}{0,95} = 10500 \text{ kg};$$

$$\text{Schubkonstante } c_1 = \frac{S}{n^2 D^4} = \frac{1}{2} \cdot \frac{10500}{0,55^2 \cdot 3,4^4} = 130.$$

Für diese bestimmen die Diagramme Abb. 2 eine Momentenkonstante  $c_2 = \frac{M}{n^2 D^5} = 79,5$  einen Fortschrittsgrad  $\frac{V_e}{n D} = 1,66$  und einen reinen Propellerwirkungsgrad  $\eta_p = 0,433$ . Das Drehmoment  $M$  für ein Schaufelradpaar ist demnach gleich  $c_2 \cdot n^2 D^5 = 79,5 \cdot 0,55^2 \cdot 3,4^5 = 10\,870 \text{ mkg}$  und für alle 4 Räder zusammen  $M = 21\,740 \text{ mkg}$ .

Abgebremste Wellenpferdestärken:

$$\text{W P S} = M \cdot \frac{2 \pi n}{75} = \frac{21740 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 0,55}{75} = 1000.$$

Indizierte Maschinenpferdestärken:

$$\text{IPS} = \frac{\text{WPS}}{\eta_m} = \frac{1000}{0,85} = 1178;$$

$\frac{V_e}{n D}$  ist nach obigem mit 1,66 einzuhalten;

$$V_e = V_m (1 - w) = V_m \cdot 0,90;$$

$$\frac{V_m \cdot 0,9}{n \cdot D} = 1,66;$$

$\therefore$  Schleppgeschwindigkeit  $V_m = 3,45 \text{ m/sec} = 12,4 \text{ km/Std.}$ ;

$$\text{Trossenzugpferdestärken ZPS} = \frac{Z \cdot V_m}{75} = \frac{9000 \cdot 3,45}{75} = 414;$$

$$\text{Schleppwirkungsgrad } \eta = \frac{\text{ZPS}}{\text{IPS}} = \frac{414}{1178} = 0,351$$

und sogenannter Schleppgütegrad

$$\text{Z/IPS} = \frac{9000}{1178} = 7,66 \text{ kg pro indizierte Pferdestärke.}$$

Wie bereits erwähnt, waren die Schaufelräder des betreffenden Seitenrad-schleppers speziell für  $n_s = 33 \text{ Touren pro Minute} = n = 0,55 \text{ pro Sekunde}$  bei einer Schleppgeschwindigkeit von  $V_s = 13 \text{ km/Std.} = V_m = 3,62 \text{ m/sec}$ , also eigentlich für einen Fortschrittsgrad von

$$\frac{V_e}{n D} = \frac{V_m \cdot (1 - w)}{n D} = \frac{3,62 \cdot 0,9}{0,55 \cdot 3,4} = 1,74$$

konstruiert, für welchen die Diagramme Abb. 2 eine Schubkonstante  $c_1 = \frac{S}{n^2 D^4}$   
 $= 127,5$ , eine Momentenkonstante  $c_2 = \frac{M}{n^2 D^5} = 78$  und einen reinen Propeller-  
 wirkungsgrad  $\eta_p = 0,452$  bestimmen. Unter diesen Verhältnissen wäre dem-  
 nach ein nutzbarer Schaufelradschub von

$$S = 2 \cdot c_1 \cdot n^2 \cdot D^4 = 2 \cdot 127,5 \cdot 0,55^2 \cdot 3,4^4 = 10\,290 \text{ kg}$$

zu erwarten.

$$S = \frac{Z + W}{1 - t}$$

Schleppewiderstand  $W$  bei 13 km/Std. Geschwindigkeit gleich ca. 1070 kg.  
 Sogziffer  $t = 0,05$  eingeführt, ergibt einen nutzbaren Trossenzug von

$$Z = S \cdot (1 - t) - W = 10\,290 \cdot 0,95 - 1070 = 8710 \text{ kg.}$$

Das Drehmoment der Maschine müßte hierbei

$$M = 2 \cdot c_2 \cdot n^2 \cdot D^5 = 2 \cdot 78 \cdot 0,55^2 \cdot 3,4^5 = 21\,400 \text{ mkg}$$

sein. Die abgebremsten Wellenpferdestärken

$$\text{WPS} = \frac{2 \pi n M}{75} = \frac{2 \pi \cdot 0,55 \cdot 21\,400}{75} = 985$$

und die indizierten der Maschine

$$\text{IPS} = \frac{\text{WPS}}{\eta_m} = \frac{985}{0,85} = 1158;$$

folglich beträgt der Schleppwirkungsgrad

$$\eta = \frac{Z \text{ PS}}{\text{IPS}} = \frac{Z \cdot V_m}{75}$$

$$\therefore \text{IPS} = \frac{8710 \cdot 3,62}{75 \cdot 1158} = 0,363$$

und der sogenannte Schleppgütegrad  $Z / \text{IPS} = \frac{8310}{1158} = 7,18 \text{ kg pro indizierte}$   
 Pferdestärke. Da nach obigem bei  $n_s = 33$  Touren pro Minute und  $V_s = 13 \text{ km/Std}$   
 Schleppergeschwindigkeit nur  $\text{IPS} = 1158$  indizierte Pferdestärken erforderlich  
 sind, die Maschine aber bei der gleichen Tourenzahl normal 1200 IPS leisten  
 kann, so würde also in dem betreffenden Fall das Drehmoment der Maschine noch  
 nicht ganz aufgebraucht werden, zu welchem Zweck eine etwas kleinere Füllung  
 eingehalten werden müßte. Soll letzteres aus irgendwelchen Gründen vermieden  
 werden und die Maschine bei  $V_s = 13 \text{ km/Std.}$  Schleppgeschwindigkeit gerade  
 mit der durch die Konstruktion vorgesehenen normalen Füllung arbeiten, so kann  
 eine Auswertung der Modellversuchsergebnisse nach der in folgendem erörterten  
 Methode vorgenommen werden.

Für einen bestimmten Slip und Fortschrittsgrad  $\frac{V_e}{nD} = k$  ist das Drehmoment des untersuchten Schaufelradpaares gleich:

$$M = c_2 \cdot n^2 \cdot D^5 = c_2 \cdot (nD)^2 \cdot D^3; \quad nD = \frac{V_e}{k};$$

$$\therefore M = c_2 \cdot \frac{V_e^2}{k^2} \cdot D^3; \quad \frac{M}{V_e^2 \cdot D^3} = \frac{c_2}{k^2};$$

$$\frac{1}{D} \cdot \sqrt[3]{\frac{M}{V_e^2}} = \sqrt[3]{\frac{c_2}{k^2}} = c_4$$

= Durchmessermomentgrad. Da die Werte von  $c_2$  und  $k$  einander eindeutig zugeordnet sind, so besagt die obige Beziehungsgleichung, daß ein dem untersuchten Modell ähnliches Schaufelrad vom Zapfenkreisdurchmesser  $D$ , welches bei der Fahrtgeschwindigkeit  $V_e$  ein bestimmtes Drehmoment  $M$  zu seiner Bewegung erfordert, bei einem ganz bestimmten Fortschrittsgrad  $k = \frac{V_e}{nD}$  mit einem ganz bestimmten Slip arbeiten muß, wobei durch den Wert von  $\frac{V_e}{nD}$  auch die Tourenzahl, auf welche die Schaufelräder unter den gegebenen Verhältnissen kommen, ebenfalls eindeutig bestimmt ist. In dem vorliegenden Fall steht bei einer Maschine, die ihre volle Leistung von  $IPS = 1200$  indizierten Pferdestärken mit der Tourenzahl  $n_s = 33$  pro Minute abgeben kann, für ein Schaufelradpaar des Schleppers das in folgendem abgeleitete Drehmoment zur Verfügung.

$$WPS = \frac{1}{2} \cdot IPS \cdot \eta_m = \frac{1}{2} \cdot 1200 \cdot 0,85 = 510;$$

$$M = \frac{WPS \cdot 75}{2\pi \cdot n} = \frac{510 \cdot 75}{2\pi \cdot 0,55} = 11\,050 \text{ mkg};$$

$$V_e = V_m \cdot (1 - w) = 3,62 \cdot 0,9 = 3,255 \text{ m/sec};$$

$$D = 3,4 \text{ m};$$

$$\therefore c_4 = \frac{1}{D} \cdot \sqrt[3]{\frac{M}{V_e^2}} = \frac{1}{3,4} \cdot \sqrt[3]{\frac{11\,050}{3,255^2}} = 2,98.$$

Für diesen Wert des Durchmesser-Momentgrades  $c_4$  bestimmen die Diagramme Abb. 2 eine Schubkonstante  $c_1 = \frac{S}{n^2 D^4} = 129$ , einen reinen Propellerwirkungsgrad  $\eta_p = 0,442$  und einen Fortschrittsgrad  $\frac{V_e}{nD} = 1,70$ . Die Räder würden demnach unter diesen Verhältnissen auf  $n = \frac{V_e}{D} \cdot \frac{1}{1,7} = \frac{3,255}{3,4 \cdot 1,7} = 0,563$  Touren pro Sekunde =  $n_s = 33,8$  min kommen und hierbei einen effektiven Schub

$S = 2 \cdot c_1 \cdot n^2 D^4 = 2 \cdot 129 \cdot 0,563^2 \cdot 3,4^4 = 10\,900$  kg liefern. Da der Eigenwiderstand  $W$  des Schleppers bei 13 km/Std. Geschwindigkeit wieder 1070 kg beträgt, so würde man unter Berücksichtigung der Sogwirkung auf einen nutzbaren Trossenzug von

$$Z = S(1 - t) - W = 10\,900 \cdot 0,95 - 1070 = 9270 \text{ kg}$$

rechnen können, also auf einen Schleppgütegrad von  $\frac{9270}{1200} = 7,72$  kg pro indizierte Pferdestärke.

Soll schließlich durch Forcierung der Maschine bei derselben Geschwindigkeit von  $V_s = 13$  km/Std. ein nutzbarer Trossenzug  $Z = 10\,000$  kg erzielt werden, so wäre der in folgendem erörterte Gang der Auswertung geboten.

Für einen bestimmten Slip und Fortschrittsgrad  $\frac{V_e}{nD} = k$  ist der Schub des untersuchten Schaufelradpaares

$$S = c_1 \cdot n^2 D^4 = c_1 \cdot (nD)^2 \cdot D^2; \quad nD = \frac{V_e^2}{k^2};$$

$$\therefore S = c_1 \cdot D^2 \cdot \frac{V_e^2}{k^2}; \quad \frac{S}{D^2 \cdot V_e^2} = \frac{c_1}{k^2};$$

$$\sqrt{\frac{S}{D \cdot V_e}} = \sqrt{\frac{c_1}{k}} = c_3 \text{ Durchmesserbelastungsgrad.}$$

Da die Werte von  $c_1$  und  $k$  einander eindeutig zugeordnet sind, so besagt die obige Beziehungsgleichung, daß ein dem untersuchten Modell ähnliches Schaufelradpaar von dem Zapfenkreisdurchmesser  $D$ , welches bei der Fahrtgeschwindigkeit  $V_e$  den effektiven Schub  $S$  erzeugen soll, bei einem bestimmten Fortschrittsgrad  $\frac{V_e}{nD} = k$  mit einem ganz bestimmten Wirkungsgrad  $\eta_p$  arbeiten muß, wobei durch den Wert von  $\frac{V_e}{nD}$  auch die Tourenzahl, auf welche die Schaufelräder unter den gegebenen Verhältnissen gebracht werden müssen, ebenfalls eindeutig bestimmt ist. In dem vorliegenden Fall hat jedes Schaufelradpaar einen Schub

$$S = \frac{1}{2} \cdot \frac{Z + W}{1 - t} = \frac{1}{2} \cdot \frac{10\,000 + 1070}{0,95} = 5830 \text{ kg}$$

auszuüben.

$$V_e = 3,255 \text{ m/sec}; \quad D = 3,4 \text{ m};$$

$$\therefore c_3 = \sqrt{\frac{S}{D \cdot V_e}} = \sqrt{\frac{5830}{3,4 \cdot 3,255}} = 6,92.$$

Für diesen Wert des Durchmesserbelastungsgrades  $c_3 = 6,92$  bestimmen die Diagramme Abb. 2 eine Momentenkonstante  $c_2 = \frac{M}{n^2 D^5} = 79,5$ , einen reinen Propellerwirkungsgrad  $\eta_p = 0,429$  und einen Fortschrittsgrad  $\frac{V_e}{n D} = 1,64$ .

Die Räder müßten demnach zur Erzeugung des gewünschten Schubes bzw. Trossenzuges auf  $n = \frac{V_e}{D} \cdot \frac{1}{1,64} = \frac{3,255}{3,4 \cdot 1,64} = 0,583$  Touren pro Sekunde gleich  $n_s = 35/\text{min}$  gebracht werden und würden hierbei ein Drehmoment von  $M = c_2 \cdot n^2 D^5 = 79,5 \cdot 0,583^2 \cdot 3,4^5 = 12\,250$  mkg für jedes der beiden Paare, mithin insgesamt  $2 \cdot 12\,250 = 24\,500$  mkg erfordern. Dabei würden die abgebremsten Wellenpferdestärken der Maschine

$$\text{W P S} = \frac{2 \pi \cdot n \cdot M}{75} = \frac{2 \pi \cdot 0,583 \cdot 24\,500}{75} = 1196$$

und die indizierten I P S  $= \frac{\text{WPS}}{\eta_m} = \frac{1196}{0,85} = 1407$  betragen, was einen Schleppgütegrad von  $\frac{Z}{\text{IPS}} = \frac{10\,000}{1407} = 7,11$  kg pro indizierte Pferdestärke ergibt.

Genau genommen darf eine Übertragung der Versuchsergebnisse des betreffenden Modellschaufelradpaares auf naturgroße Räder nur dann als angängig erscheinen, wenn diese dem ersteren in ihrer ganzen Konstruktion vollkommen ähnlich sind und insbesondere mit demselben bezüglich der Schaufeln gleiches Höhen-, Breiten- und Tauchungsverhältnis aufweisen. Unter dem Höhenverhältnis  $h = H/D$  ist das der Schaufelhöhe  $H$  zum Zapfenkreisdurchmesser  $D$ , unter dem Breitenverhältnis  $b = \frac{B}{D}$  die Beziehung zwischen der Gesamtbreite  $B$  der beiden Schaufeln eines Paares zu  $D$  und unter dem Tauchungsverhältnis  $t = \frac{T}{D}$  das der Entfernung  $T$  der Oberkante Schaufel (in ihrer tiefsten Stellung) vom Wasserspiegel zum Zapfenkreisdurchmesser  $D$  zu verstehen. Wenn durch Änderung des Höhen- und Tauchungsverhältnisses auch eine Beeinflussung der Wirkungsweise der Schaufelräder zu erwarten sein wird, so dürfte dieser Umstand, speziell bei Rädern, die für Schlepper bestimmt sind, aus dem Grunde nicht allzuschwer ins Gewicht fallen, weil bei letzteren in der Praxis gerade diese Verhältnisse erfahrungsgemäß durchweg ziemlich gleichartig gewählt werden. Infolgedessen ist es also das meistens recht verschiedene Breitenverhältnis, welches eine besondere Berücksichtigung erforderlich macht. Um dieses auszuschalten, ist in folgendem noch eine weitere Auswertung der Bassinversuchsergebnisse Abb. 2

als Funktion verschiedener Belastungsgrade für die Einheit der Schaufelbreite vorgenommen worden, so daß es auch möglich erscheint, eine Übertragung der Resultate auch auf ähnliche Räder von anderer Breite auszuführen.

Nach früherem ist einem bestimmten Slip und Fortschrittsgrade  $\frac{V_e}{n D} = k$  ein ganz bestimmter Wert des Wirkungsgrades  $\eta_p$  und der Schubkonstanten  $c_1 = \frac{S}{n^2 D^4}$  eindeutig zugeordnet.

$$S = c_1 \cdot n^2 D^4 = c_1 \cdot (n D)^2 \cdot D^2;$$

$$b = \frac{B}{D}; \quad D = \frac{B}{b}; \quad n D = \frac{V_e}{k};$$

$$\therefore S = c_1 \cdot \frac{V_e^2}{k^2} \cdot \frac{D \cdot B}{b}; \quad \frac{S}{D \cdot B} \cdot \frac{1}{V_e^2} = \frac{1}{k^2} \cdot \frac{c_1}{b};$$

$$\frac{1}{V_e} \cdot \sqrt{\frac{S}{D \cdot B}} = \frac{1}{k} \cdot \sqrt{\frac{c_1}{b}} = C_f = \text{Flächenbelastungsgrad.}$$

Diese Beziehungsgleichung besagt, daß bei allen ähnlichen Schaufelradpaaren von dem Zapfenkreisdurchmesser  $D$  und der Gesamtschaukelbreite  $B$ , welche bei der Fahrtgeschwindigkeit  $V_e$  (unter Berücksichtigung des Nachstroms) den effektiven Schub  $S$  ausüben sollen, ein ganz bestimmter Wert des Flächen-

belastungsgrades  $C_f = \frac{1}{V_e} \cdot \sqrt{\frac{S}{D \cdot B}}$  vorliegt, durch welchen infolge der Ein-

deutigkeit der Größen von  $k$ ,  $c_1$  und  $b$ , sowohl Slip als Fortschrittsgrad  $\frac{V_e}{n D} = k$  und

somit auch die Propellertourenzahl  $n$  wie der Wirkungsgrad  $\eta_p$  bestimmt werden. In den Diagrammen Abb. 8 sind nun als Funktion der erwähnten Flächenbelastungsgrade  $C_f$  die aus den ursprünglichen Versuchsergebnissen der Abb. 2 abgeleiteten

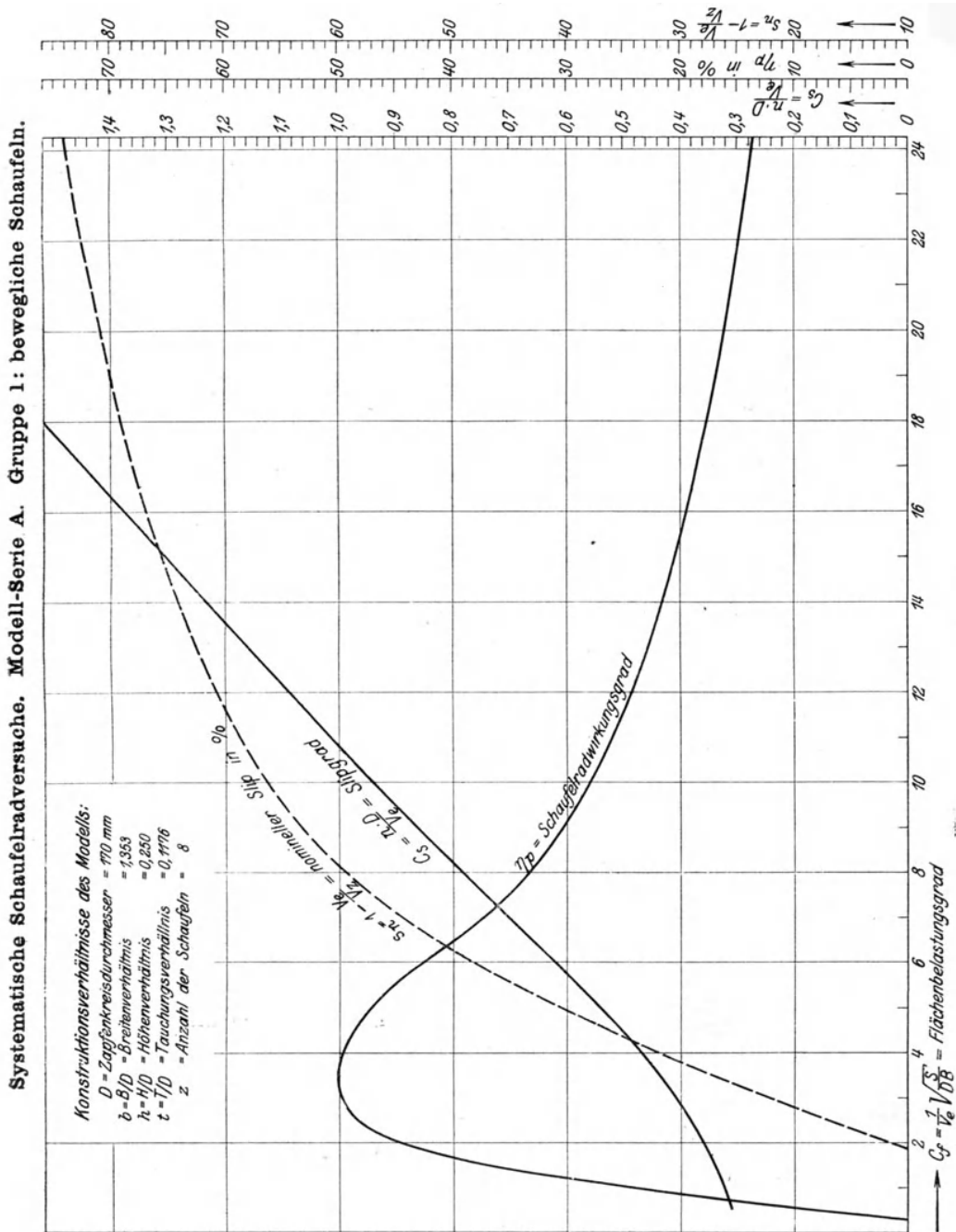
Größen der den Fortschrittsgraden  $\frac{V_e}{n D}$  reziproken Werte der Slipgrade  $C_s = \frac{n D}{V_e}$

sowie der reinen Propellerwirkungsgrade  $\eta_p$  aufgetragen und gestatten die Lösung folgender Aufgabe. Verlangt sei ein nutzbarer Trossenzug  $Z = 10\,000$  kg bei einer Geschwindigkeit  $V_s = 13$  km/Std. =  $V_m = 3,62$  m/sec von einem Seitenradschlepper mit 4 Rädern nach Modell A mit gleichem Höhen- und Tauchungsverhältnis  $H/D = 0,25$  bzw.  $T/D = 0,1176$  aber dem durch die Konstruktion festgestellten Zapfenkreisdurchmesser  $D = 3,6$  m und der Gesamtbreite aller 4 gleichartig tauchenden Schaufeln von  $B = 8,7$  m. Der Eigenwiderstand  $W$  des Schleppers bei 13 km/Std. Geschwindigkeit sei gleich 1070 kg.

$$S = \frac{Z + W}{1 - t} = \frac{10000 + 1070}{0,95} = 11660 \text{ kg}$$

$$V_e = V_m (1 - w) = 3,62 \cdot 0,9 = 3,255$$

$$\% C_f = \frac{1}{V_e} \cdot \sqrt[2]{\frac{S}{D \cdot B}} = \frac{1}{3,255} \cdot \sqrt[2]{\frac{11660}{3,6 \cdot 8,7}} = 5,94;$$





Für diesen Wert des Flächenbelastungsgrades  $C_f = 5,94$  bestimmen die Diagramme Abb. 8 einen Slipgrad  $C_s = \frac{n D}{V_e} = 0,612$  und einen reinen Propellerwirkungsgrad  $\eta_p = 0,429$ . Mithin beträgt die Tourenzahl, auf welche die Räder zu bringen sind,  $n = C_s \cdot \frac{V_e}{D} = 0,612 \cdot \frac{3,255}{3,6} = 0,554$  pro Sekunde =  $n_s = 33,2$  pro Minute. Die effektiven Propellerschubpferdestärken sind gleich

$$S P S = \frac{S \cdot V_e}{75} = \frac{11660 \cdot 3,255}{75} = 506,$$

die abgebremsten Wellenpferdestärken bei dem Propellerwirkungsgrad  $\eta_p = 0,429$ .

$W P S = \frac{S P S}{\eta_p} = \frac{506}{0,429} = 1180$  und die indizierten der Maschine bei einem Wirkungsgrad derselben von

$$\eta_m = 0,85; \quad I P S = \frac{W P S}{\eta_m} = \frac{1180}{0,85} = 1389.$$

Als Schleppwirkungsgrad ergibt sich bei den verlangten Trossenzugpferdestärken von

$$Z P S = \frac{Z \cdot V_m}{75} = \frac{10000 \cdot 3,62}{75} = 483$$

$$\eta = \frac{Z P S}{I P S} = \frac{483}{1389} = 0,347$$

und als Schleppgütegrad  $Z/I P S = \frac{10000}{1389} = 7,2$  kg pro indizierte Pferdestärke.

Die erforderliche Höhe der Schaufel ist bei dem zugrunde gelegten Höhenverhältnis von

$$H/D = 0,25, \quad H = 0,25 \cdot 3,6 = 0,90 \text{ m.}$$

Wie bereits erwähnt, darf man eigentlich eine Übertragung der betreffenden Modellversuchsergebnisse nur auf solche Räder vornehmen, die mit dem untersuchten neben gleichem Tauchungsverhältnis auch gleiches Höhenverhältnis aufweisen, da sonst durch Änderung desselben die Wirkungsweise naturgemäß mehr oder weniger beeinflusst wird. Es erscheint jedoch unbedenklich, in gewissen beschränkten Grenzen auch eine Auswertung der Versuchsergebnisse für Räder mit unwesentlich anderen Höhenverhältnissen auszuführen, wenn man dabei dementsprechend mit einer derartigen Gesamtbreite der Schaufeln rechnet, daß die Fläche der letzteren dieselbe bleibt. Da dies aber andererseits bei gleichem Zapfenkreisdurchmesser gleichzeitig eine Änderung des Tauchungsverhältnisses zur Folge hat, so darf hiervon jedenfalls nur ein sehr vorsichtiger Gebrauch gemacht werden.

Soll nun in obigem Fall für die Maschine eine bestimmte Tourenzahl von z. B.  $n_s = 36$  pro Minute eingehalten und dabei die Gesamtbreite  $B = 8,7$  m aller 4 Räder aus konstruktiven Gründen nicht überschritten werden, so ist es erforderlich, eine Auswertung der Versuchsergebnisse Abb. 2 in folgender Weise vorzunehmen.

$$S = c_1 \cdot n^2 D^4 = c_1 \cdot n^2 D^3 \cdot D;$$

$$\frac{V_e}{nD} = k; \quad D = \frac{V_e}{n} \cdot \frac{1}{k}; \quad b = \frac{B}{D}; \quad D = \frac{B}{b};$$

$$\therefore S = c_1 \cdot n^2 \cdot \frac{V_e^3}{n^3} \cdot \frac{1}{k^3} \cdot \frac{B}{b}; \quad \frac{S \cdot n}{V_e^3 \cdot B} = \frac{c_1}{b} \cdot \frac{1}{k^3};$$

$$\frac{1}{V_e} \cdot \sqrt[3]{\frac{S \cdot n}{B}} = \frac{1}{k} \cdot \sqrt[3]{\frac{c_1}{b}} = C_n$$

= Tourenbelastungsgrad. Die in Abb. 9 als Funktion von  $C_n = \frac{1}{V_e} \cdot \sqrt[3]{\frac{S \cdot n}{B}}$  dargestellten Resultate liefern, wie in folgendem Zahlenbeispiel gezeigt werden soll, eine bequeme Grundlage für die Bestimmung des erforderlichen Zapfenkreisdurchmessers ähnlicher Räder sowie des erreichbaren Propellerwirkungsgrades für gegebenen Schub  $S$ , gegebene Tourenzahl  $n$  und gegebener Schaufelbreite  $B$  bei der verlangten Fahrtgeschwindigkeit  $V_e$  (unter Berücksichtigung des Nachstroms).

Der Propellerschub ist wie im vorliegenden Falle  $S = 11\,660$  kg;

$$V_e = 3,255 \text{ m/sec}; \quad n = \frac{n_s}{60} = 0,60/\text{sec};$$

$$\therefore C_n = \frac{1}{V_e} \cdot \sqrt[3]{\frac{S \cdot n}{B}} = \frac{1}{3,255} \cdot \sqrt[3]{\frac{11\,660 \cdot 0,60}{8,7}} = 2,860.$$

Für diesen Wert von  $C_n = 2,86$  bestimmen die Diagramme Abb. 9 einen Slipgrad  $C_s = \frac{nD}{V_e} = 0,622$  und einen reinen Propellerwirkungsgrad  $\eta_p = 0,42$ . Mithin beträgt der erforderliche Zapfenkreisdurchmesser  $D = C_s \cdot \frac{V_e}{n} = 0,622 \cdot \frac{3,255}{0,6} = 3,375$  m und die Schaufelhöhe  $H = h \cdot D = 0,25 \cdot 3,375 = 0,844$  m. Die effektiven Propellerschubpferdestärken sind wieder  $SPS = 506$ . Die abgebremsten Wellenpferdestärken  $WPS = \frac{SPS}{\eta_p} = \frac{506}{0,42} = 1205$  und die indizierten der Maschine  $IPS = \frac{WPS}{\eta_p} = \frac{1205}{0,85} = 1417$ . Also ergibt sich für den

Schleppwirkungsgrad ein Wert von  $\eta = \frac{ZPS}{IPS} = \frac{483}{1417} = 0,342$ ; und für den Schleppgütegrad ein solcher von  $Z/IPS = \frac{10000}{1417} = 7,06$  kg pro indizierte Pferdestärke.

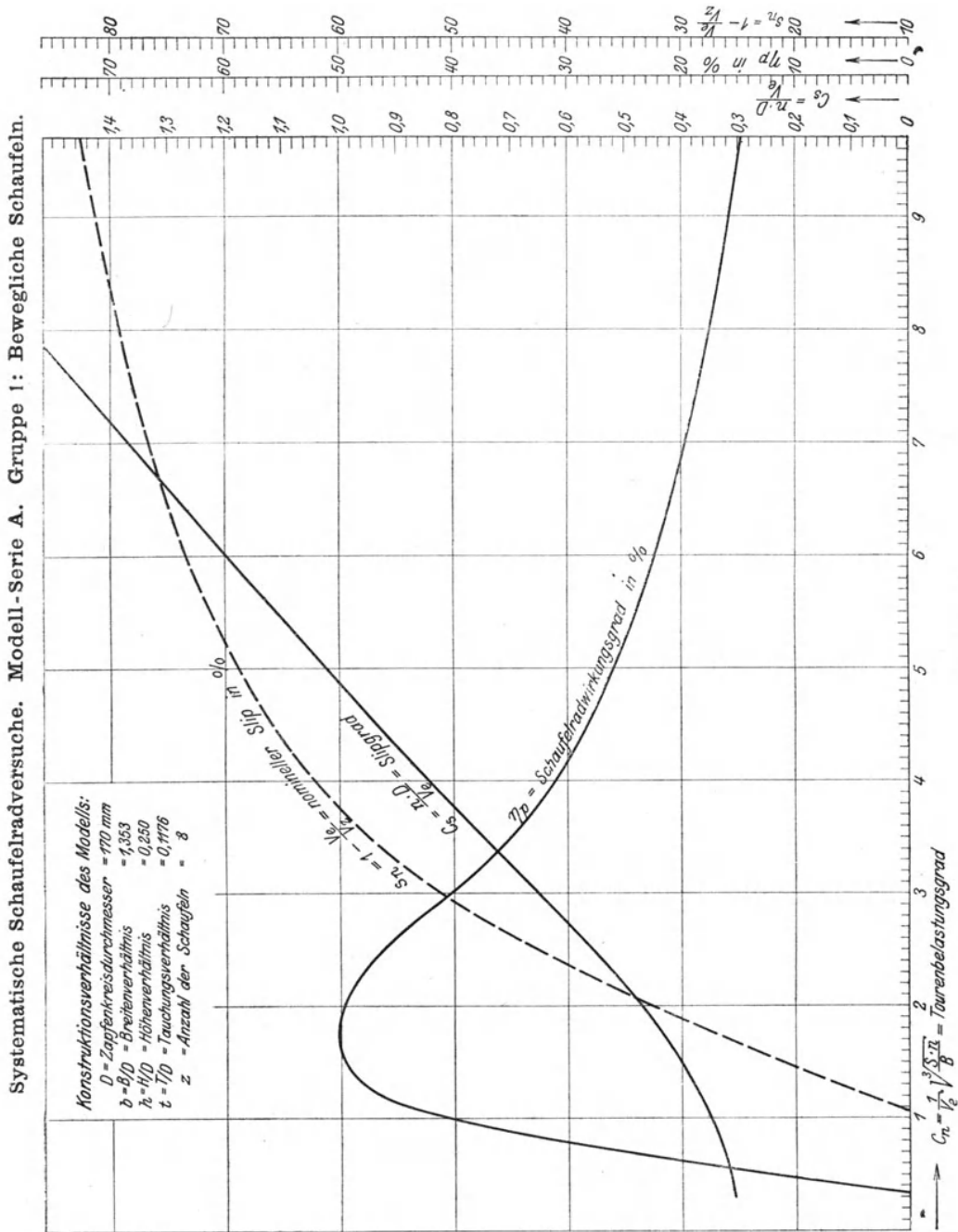


Abb. 9.

Ist andererseits die Maschine mit z. B.  $IPS = 1200$  indizierten Pferdestärken und demzufolge  $WPS = IPS \cdot \eta_m = 1200 \cdot 0,85 = 1020$  abgebremsten Pferdestärken festgelegt und handelt es sich darum, bei der gegebenen Gesamtbreite eines ähnlichen Rades von  $B = 8,7$  m die übrigen Dimensionen derselben sowie den zu erwartenden Trossenzug  $Z$  für die verlangte Fahrtgeschwindigkeit  $V_s = 13$  km/Std. zu bestimmen, so läßt sich dies für den Fall, daß die Räder hierbei genau auf die Konstruktionstouren der Maschine von  $n_s = 33$  pro Minute kommen sollen, folgendermaßen erreichen:

$$M = c_2 \cdot n^2 D^5 = c_2 \cdot n^2 \cdot D^4 \cdot D;$$

$$\frac{V_e}{n D} = k; \quad D = \frac{V_e}{n} \cdot \frac{1}{k}; \quad b = \frac{B}{D}; \quad D = \frac{B}{b};$$

$$\therefore M = c_2 \cdot n^2 \cdot \frac{V_e^4}{n^4} \cdot \frac{1}{k^4} \cdot \frac{B}{b}; \quad \frac{M \cdot n^2}{V_e^4 \cdot B} = \frac{c_2}{b} \cdot \frac{1}{k^4};$$

$$C_{nm} = \frac{1}{V_e} \cdot \sqrt[4]{\frac{M \cdot n^2}{B}} = \frac{1}{k} \cdot \sqrt[4]{\frac{c_2}{b}} = \text{Tourenmomentgrad.}$$

An Hand der in Abb. 10 als Funktion von  $C_{nm}$  aufgetragenen Resultate kann der erforderliche Zapfenkreisdurchmesser  $D$  sowie der erreichbare Trossenzug  $Z$  folgendermaßen ermittelt werden.

$$\text{Drehmoment } M = \frac{WPS \cdot 75}{2 \pi n};$$

$$n = \frac{n_s}{60} = 0,55;$$

$$M = \frac{1020 \cdot 75}{2 \pi \cdot 0,55} = 22\,100 \text{ mkg};$$

$$V_e = 3,255 \text{ m/sec};$$

$$C_{nm} = \frac{1}{V_e} \cdot \sqrt[4]{\frac{M \cdot n^2}{B}} = \frac{1}{3,255} \cdot \sqrt[4]{\frac{22\,100 \cdot 0,55^2}{8,7}} = 1,616.$$

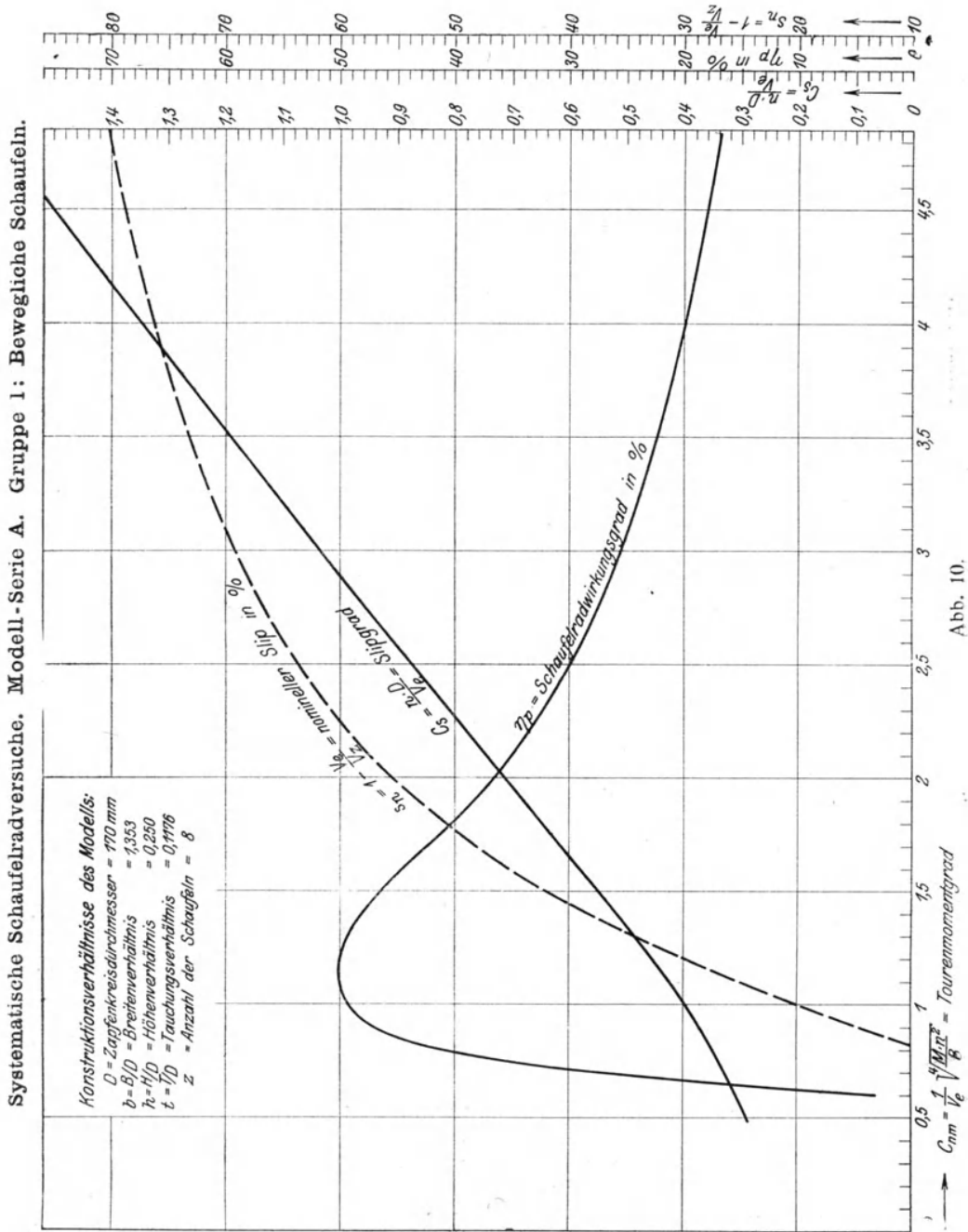
Für diesen Wert von  $C_{nm} = 1,616$  ergibt sich nach den Diagrammen Abb. 10 ein Slipgrad  $C_s = \frac{n D}{V_e} = 0,586$  und ein reiner Propellerwirkungsgrad  $\eta_p = 0,442$ .

Demnach beträgt der erforderliche Zapfenkreisdurchmesser  $D = C_s \cdot \frac{V_e}{n} = 0,586 \cdot \frac{3,255}{0,55} = 3,465$  m und die Schaufelhöhe  $H = h \cdot D = 0,25 \cdot 3,465 = 0,866$  m.

Die effektiven Propellerschubpferdestärken sind gleich  $SPS = WPS \cdot \eta_p = 1020 \cdot 0,442 = 451$ . Der Schub ergibt sich hieraus zu  $S = \frac{SPS \cdot 75}{V_e} = \frac{451 \cdot 75}{3,255}$

= 10 400 kg und der nutzbare Trossenzug bei  $W = 1070$  kg Schleppereigenwiderstand mit

$$Z = S(1 - t) - W = 10\,400 \cdot 0,95 - 1070 = 8800 \text{ kg.}$$



Daher beträgt der Schleppwirkungsgrad bei

$$ZPS = \frac{Z \cdot V_m}{75} = \frac{8800 \cdot 3,62}{75} = 425$$

nutzbaren Trossenzugpferdestärken  $\eta = \frac{ZPS}{IPS} = \frac{425}{1200} = 0,354$  und der Schleppgütegrad  $Z/IPS = \frac{8800}{1200} = 7,34$  kg pro indizierte Pferdestärke.

Für den besonderen Fall schließlich, daß außer der Maschine, die ihre volle Leistung von z. B. IPS = 1200 indizierten Pferdestärken bei  $n_s = 33$  Touren pro Minute abgeben kann, also ein ganz bestimmtes Drehmoment  $M = 22\,100$  mkg aufweist, auch die dem Modell ähnlichen Schaufelräder in ihren sämtlichen Dimensionen, d. h. bei  $B = 8,7$  m auch mit ihrem Durchmesser von z. B. 3,6 m bereits festgelegt sind, kann noch auf folgende Weise nachgeprüft werden, auf welche Tourenzahl die Räder bei der verlangten Fahrtgeschwindigkeit von  $V_s = 13$  km/Std. kommen werden und wie groß der dabei zu erwartende Trossenzug sein wird.

$$M = c_2 \cdot n^2 D^5 = c_2 \cdot n^2 \cdot D^4 \cdot D; \quad D = \frac{B}{b};$$

$$\frac{V_e}{nD} = k; \quad n = \frac{V_e}{D} \cdot \frac{1}{k};$$

$$\therefore M = c_2 \cdot \frac{V_e^2}{D^2} \cdot \frac{1}{k^2} \cdot D^4 \cdot \frac{B}{b}; \quad \frac{M}{V_e^2 \cdot D^2 \cdot B} = \frac{c_2}{b} \cdot \frac{1}{k^2};$$

$$C_{fm} = \frac{1}{V_e D} \cdot \sqrt{\frac{M}{B}} = \frac{1}{k} \cdot \sqrt{\frac{c_2}{b}} = \text{Flächenmomentgrad.}$$

In den Diagrammen Abb. 11 sind die Resultate des untersuchten Schaufelradmodells als Funktion von  $C_{fm}$  aufgetragen und ergeben für den vorliegenden Wert von

$$\frac{1}{V_e D} \cdot \sqrt{\frac{M}{B}} = \frac{1}{3,255 \cdot 3,6} \cdot \sqrt{\frac{22\,100}{8,7}} = 4,3$$

einen Slipgrad  $C_s = \frac{nD}{V_e} = 0,57$  und einen reinen Propellerwirkungsgrad  $\eta_p = 0,452$ .

Die Maschine wird demnach unter den vorliegenden Verhältnissen bei normaler Füllung nur auf  $n = C_s \cdot \frac{V_e}{D} = 0,57 \cdot \frac{3,255}{3,6} = 0,515$  Touren pro Sekunde =  $n_s$

= 30,9 pro Minute gebracht werden können und dabei  $IPS = \frac{30,9}{33} \cdot 1200 = 1125$

indizierte Pferdestärken liefern. Aus letzteren lassen sich die abgebremsten WPS zu  $IPS \cdot \eta_m = 1125 \cdot 0,85 = 956$  und die effektiven Schubpferdestärken der Räder zu  $SPS = WPS \cdot \eta_p = 956 \cdot 0,452 = 432$  bestimmen. Demnach ergibt sich der Schub sämtlicher 4 Räder zu

$$S = \frac{SPS \cdot 75}{V_e} = \frac{432 \cdot 75}{3,255} = 9960 \text{ kg}$$

und der nutzbare Trossenzug mit

$$Z = S (1 - t) - W = 9960 \cdot 0,95 - 1070 = 8390 \text{ kg}$$

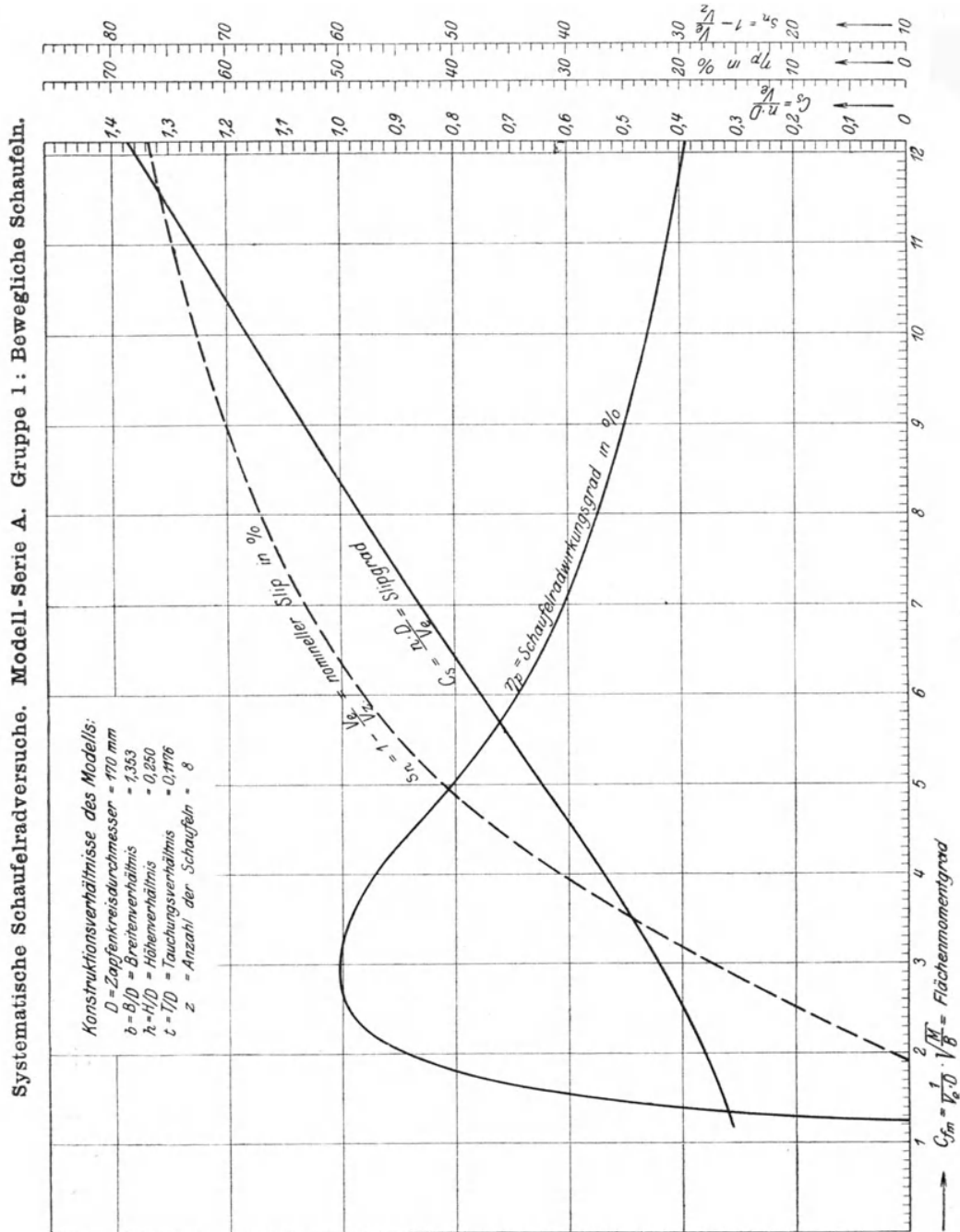


Abb. 11.

$$\text{Schleppwirkungsgrad } \eta = \frac{Z \text{ PS}}{I \text{ PS}};$$

$$Z \text{ PS} = \frac{Z \cdot V_m}{75} = \frac{8390 \cdot 3,62}{75} = 405 \quad \eta = \frac{405}{1125} = 0,360$$

$$\text{Schleppgütegrad } Z/I \text{ PS} = \frac{8390}{1125} = 7,46 \text{ kg pro indizierte Pferdestärke.}$$

I d e a l e r   W i r k u n g s g r a d   e i n e s   w i d e r s t a n d s l o s e n   R a d -  
p r o p e l l e r s .

Wie bereits Seite 480 erwähnt, kann man bei einem Schaufelrade, insbesondere bei einem solchen, welches wie bei Radschleppern unter hohen Belastungsgraden arbeitet, das Verhältnis der Fortschrittsgeschwindigkeit  $V_e$  (mit Berücksichtigung des Nachstroms) zu der Umfangsgeschwindigkeit des Rades im Druckmittelpunkt seiner Schaufeln, welche annähernd auch mit der Zapfenkreisgeschwindigkeit  $V_Z$  übereinstimmt, als maßgebend für die Grenze des im Maximum erreichbaren sogenannten idealen Propellerwirkungsgrades  $\eta_i$  ansehen:

$$\eta_i = \frac{V_e}{V_Z}.$$

Es ist hierbei unter Vernachlässigung der Tauch- und Wirbelverluste die Annahme gemacht, daß die im Zapfenkreis angreifende Drehkraft gleich dem nutzbaren Schub oder doch wenigstens eine einfache lineare Funktion desselben ist, wie dies durch die eingangs durchgeführten Probefahrtsanalysen des Seitenradschleppers „Hugo Marcus“ auch nachgewiesen werden konnte. Nach der Impulsgleichung (siehe S. 479) kann der Schaufelrad Schub durch die Beziehung ausgedrückt werden

$$S = k \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot F \cdot V_Z (V_Z - V_e),$$

woraus sich die erforderliche Zapfenkreisgeschwindigkeit folgendermaßen bestimmen läßt:

$$V_Z^2 - V_Z \cdot V_e = \frac{1}{k} \cdot \frac{g}{\gamma} \cdot \frac{S}{F};$$

$$V_Z = \frac{V_e}{2} \pm \sqrt{\frac{V_e^2}{4} + \frac{1}{k} \cdot \frac{g}{\gamma} \cdot \frac{S}{F}}$$

oder

$$V_Z = \frac{V_e}{2} \left( 1 \pm \sqrt{1 + \frac{4}{k} \cdot \frac{g}{\gamma} \cdot \frac{S}{F V_e^2}} \right).$$

Da die negative Wurzel dieser Gleichung unbrauchbar ist, so ergibt sich für den idealen Wirkungsgrad der Ausdruck:

$$\eta_i = \frac{V_e}{V_Z} = \frac{2}{1 + \sqrt{1 + \frac{4}{k} \cdot \frac{g}{\gamma} \cdot \frac{S}{F V_e^2}}}$$



Wie daraus zu ersehen, ist der Wert von  $\eta_i$  in erster Linie von dem sogenannten Belastungsgrade der Schaufeln, d. h. von dem Verhältnis des nutzbaren Propellerschubes  $S$  zu dem Produkt aus der Fläche  $F$  gleichartig tauchender Schaufeln mal dem Quadrat der Fortschrittsgeschwindigkeit  $V_e$  (unter Berücksichtigung des Nachstroms) abhängig. Da man in gewissen beschränkten Grenzen eine ähnliche Beziehung auch beim Arbeiten eines ausgeführten Schaufelrades voraussetzen darf, so kann man den Wirkungsgrad eines solchen durch die Gleichung ausdrücken:

$$\eta_p = C_1 \frac{2}{1 + \sqrt{1 + \frac{4}{k} \cdot \frac{g}{\gamma} \cdot \frac{S}{F \cdot V_e^2}}}$$

oder allgemeiner gehalten:

$$\eta_p = \frac{C_1}{C_2 + \sqrt{C_2 + C_3 \cdot \frac{S}{F \cdot V_e^2}}}$$

wobei  $C_1$ ,  $C_2$  und  $C_3$  Konstante bedeuten.

Es mag an dieser Stelle noch darauf hingewiesen werden, daß die in obigem abgeleitete Formel für den tatsächlich erreichbaren Wirkungsgrad  $\eta_p$  in ihrem Aufbau einen gewissen Zusammenhang mit der von Middendorf gegebenen aufweist (siehe Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft 1900, S. 305), nach welcher er aus dem bei einer Geschwindigkeit  $V$  vorliegenden Gesamtwiderstand  $W$  eines Schiffes die erforderlichen abgebremsten Wellenpferdestärken  $WPS$  wie folgt errechnet.

$$WPS = \frac{W}{75} \left( V + \sqrt{\frac{W}{160 \cdot F}} \right) = \frac{W \cdot V}{75} \left( 1 + \sqrt{\frac{W}{160 \cdot F \cdot V^2}} \right)$$

$\frac{W \cdot V}{75}$  = EPS effektive Schlepppferdestärken.

Folglich Wirkungsgrad

$$\eta = \frac{EPS}{WPS} = \frac{1}{1 + \sqrt{\frac{W}{160 \cdot F \cdot V^2}}}$$

Da man, genau genommen, statt des Widerstandes  $W$  unter Berücksichtigung des Soges den erforderlichen Propellerschub  $S$  und statt der Fahrtgeschwindigkeit  $V$  die um den Betrag des Nachstroms verringerte  $V_e$  einführen muß, so geht obige Formel in den Ausdruck über:

$$\eta = \frac{1}{1 + \sqrt{\frac{S}{F \cdot V_e^2}}} = \frac{C_1}{C_1 + C_2 \sqrt{\frac{S}{F \cdot V_e^2}}}$$

wobei  $C_1$  und  $C_2$  wieder Konstanten bedeuten, die von der Konstruktionsart der Schaufelräder abhängig sind. Trotzdem die aus der Middendorfschen Beziehungsgleichung abgeleitete Formel eine Konstante weniger als die auf Grund des idealen ermittelte aufweist, bringt erstere doch in genau derselben Weise wie diese zum Ausdruck, daß der wirklich erreichbare Wirkungsgrad eines Schaufelrades eine Funktion des Belastungsgrades  $\frac{S}{F \cdot V_e^2}$  ist. Dabei mag noch besonders darauf aufmerksam gemacht werden, daß Middendorf genau dieselbe Formel bei Radpropellerantrieb wie bei einem solchen durch Schraubenpropeller anwendet und bei letzterem unter der Fläche  $F$  statt des Areal gleichartig tauchender Schaufeln die Gesamtdiskfläche der Schrauben einsetzt, mithin diese beiden Größen als gleichartig ansieht, worauf vom Verfasser bereits näher in dem Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft 1917, S. 559 eingegangen worden ist.

Auswertung der Versuchsergebnisse, Schleppermodell mit Schaufelrädern für einen gewissen Bereich von beliebigen Trossenzügen und Schleppegeschwindigkeiten.

Bei einem freifahrenden, d. h. ohne Schiffsmodell untersuchten Schaufelrade ist der Wirkungsgrad  $\eta_p$  nach früherem eine Funktion von dem durch den Belastungsgrad hervorgerufenen Slip  $s_n$  bzw. Fortschrittsgrad  $\frac{V_e}{nD}$ , dem auch gleichzeitig bei allen ähnlichen Rädern gleiche Werte der Schubkonstanten

$$c_1 = \frac{S}{n^2 D^4}$$

und der Momentenkonstanten

$$c_2 = \frac{M}{n^2 D^5}$$

eindeutig zugeordnet sind. Durch Umformung der letzteren beiden Ausdrücke kann man die verschiedenen Belastungsgrade nach den Ausführungen auf S. 491 und 492 auch in folgender Weise darstellen:

$$c_1 = \frac{S}{D^2 \cdot V_e^2} \cdot k;$$

$$c_2 = \frac{M}{D^3 \cdot V_e^2} \cdot k = \frac{M \cdot n}{75} \cdot \frac{1}{D^3 \cdot V_e^2 \cdot n} \cdot k = \frac{WPS}{D^2 \cdot V_e^3} \cdot k$$

oder auch:

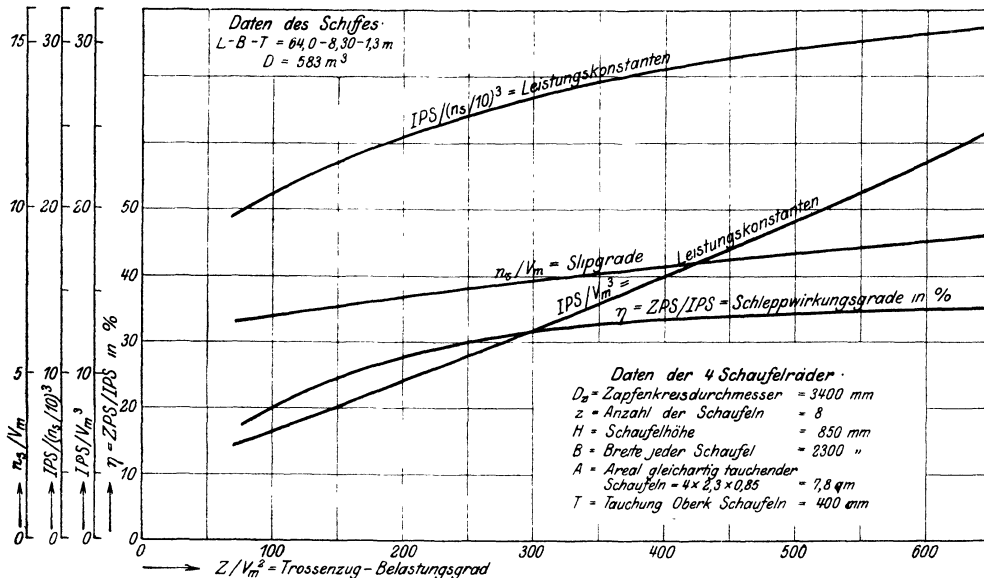
$$c_2 = \frac{M}{n^2 D^5} = \frac{M \cdot n}{75} \cdot \frac{1}{n^3 D^5} \cdot k = \frac{WPS}{n^3 \cdot D^5} \cdot k,$$

wobei  $k$  durchweg eine Konstante bedeutet. Es entsprechen demnach bei allen ähnlichen Schaufelrädern einem bestimmten Wert des Slips ganz be-

stimmte Werte der Belastungsgrade  $\frac{S}{D^2 \cdot V_e^2} \cdot k$ ,  $\frac{WPS}{D^2 \cdot V_e^3} \cdot k$ , und  $\frac{WPS}{n^3 D^5} \cdot k$  des Wirkungsgrades  $\eta_p$  und naturgemäß auch des Fortschrittsgrades  $\frac{V_e}{nD}$  oder des diesem reziproken Wert des sogenannten Slipgrades  $C_s = \frac{nD}{V_e}$ . Da in diesen Ausdrücken die Größen der verschiedenen Konstanten  $k$  ihrerseits wieder durch den Slip  $s_n$  eindeutig bestimmt sind, so müssen auch bei allen ähnlichen Rädern die Werte von

$$s_n, \frac{S}{D^2 V_e^2}, \frac{WPS}{D^2 \cdot V_e^3}, \frac{WPS}{D^5 \cdot n^3}, \eta_p \text{ und } \frac{nD}{V_e}$$

Seitenradschleppdampfer-Proj. Z. E. G. I.



Bassinversuchsergebnisse.

Abb. 12.

einander zugeordnet sein, während bei ein und demselben Schaufelrade eine gleiche Zugehörigkeit der Werte von

$$s_n, \frac{S}{V_e^2}, \frac{WPS}{V_e^3}, \frac{WPS}{n^3}, \eta_p \text{ und } \frac{n}{V_e}$$

bestehen würde. Trägt man daher als Funktion einer dieser Größen, z. B. von  $\frac{S}{V_e^2}$  alle übrigen graphisch auf, so kann man für gegebenen Propellerschub  $S$  und gegebener Fortschrittsgeschwindigkeit  $V_e$  aus den zugeordneten Werten die erforderlichen Pferdestärken  $WPS$ , die Tourenzahl  $n$ , den Wirkungsgrad  $\eta_p$  wie

den Slip  $s_n$  ohne weiteres bestimmen. Bei einem arbeitenden Schaufelrade setzt sich der erforderliche Schub  $S$  aus dem nutzbaren Trossenzug  $Z$  und dem um den Sog vermehrten Eigenwiderstand des Schleppers zusammen. Letzterer ist nun bei Schleppern im allgemeinen wegen der meistens nur geringen Fahrtgeschwindigkeit gegenüber dem Trossenzug so klein, daß der Belastungsgrad der Räder für praktische Zwecke genau genug auch schon durch den Wert von  $Z/V_e^2$  gekennzeichnet erscheinen dürfte. Hierin bedeutet  $V_e$  zunächst noch die Fortschrittsgeschwindigkeit des Rades in m/sec unter Berücksichtigung des Vorstromes. Da dieser für einen gewissen beschränkten Bereich aber mehr oder weniger einen kon-

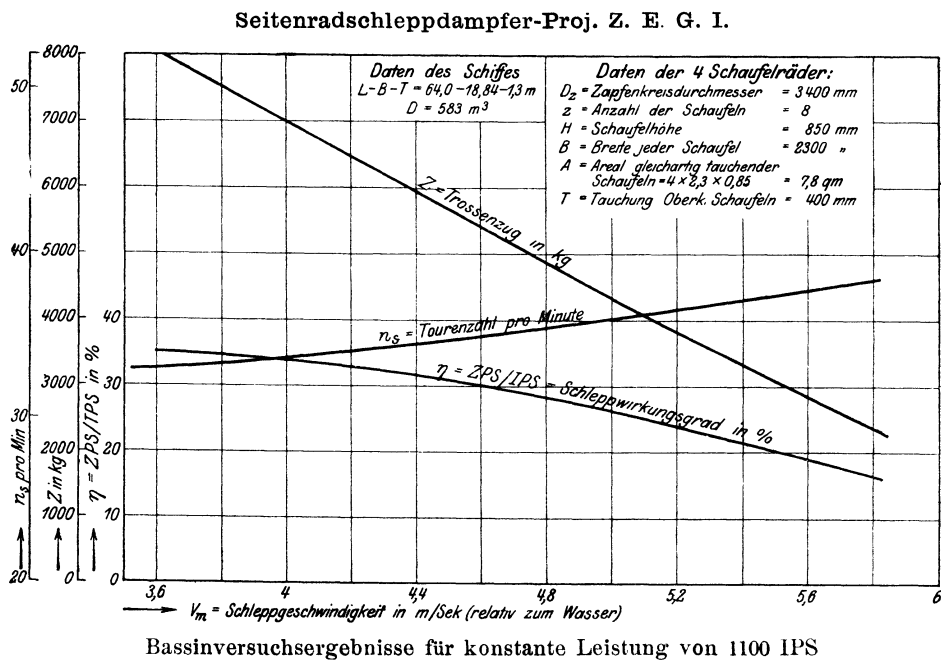


Abb. 13.

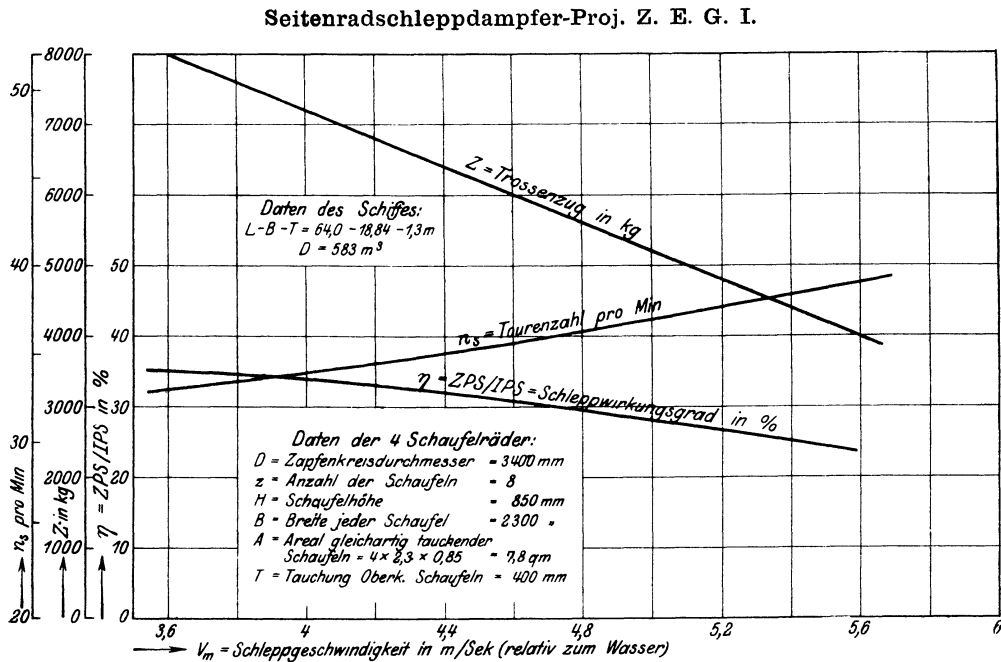
stanten Bruchteil der Schleppgeschwindigkeit  $V_m$  in m/sec beträgt, so kann man schließlich auch für den Belastungsgrad durch den Trossenzug den Wert von  $Z/V_m^2$  und für den durch die aufgewandte Maschinenstärke,  $\frac{WPS}{V_e^3}$  einführen.

In den Diagrammen Abb. 12 sind nun als Funktion von  $Z/V_m^2$  die diesen Werten entsprechenden von

$$\frac{IPS}{V_m^3}, \quad \frac{IPS}{(n_s/10)^3}, \quad \frac{n_s}{V_m} \quad \text{und} \quad \eta$$

der Auswertungsergebnisse Abb. 13 u. 14 eines Versuchs-Schleppermodells mit Schaufelrädern nach Modell A von  $D = 3,4 \text{ m}$  Zapfenkreisdurchmesser  $B = 9,2 \text{ m}$

Gesamtbreite,  $h = H/D = 0,25$  Höhenverhältnis und  $t = T/B =$  Tauchungsverhältnis graphisch aufgetragen, wobei unter  $n_s$  die Propellertourenzahl pro Minute und unter  $\eta$  der Schleppwirkungsgrad  $\frac{Z \text{ PS}}{\text{IPS}}$  zu verstehen ist.



Bassinversuchsergebnisse für gleiche Füllung einer Maschine  
 von 1100 IPS bei  $n_s = 33$  Touren pro Min.

Abb. 14.

Tabelle 2.

Seitenradschlepper „Hugo Marcus“.

Auswertung der Progressiv-Probefahrten mit Anhang  
 auf der Elbe am 23. und 29. Juni 1911.

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	$V_m$ (m/sec)	$V_z$ (m/sec)	IPS	$n_s$ (Min)	Z (kg)	$Z/V_m^2$	$n_s/V_m$	$\frac{\text{IPS}}{V_m^3}$	$\frac{\text{IPS}}{(n_s/10)^3}$
1	0,734	1,75	38	10,96	800	1490	14,95	96,2	28,8
2	1,220	2,80	110	17,55	2580	1734	14,40	78,2	20,4
3	1,378	3,14	215	19,67	4100	2160	14,30	82,1	26,4
4	1,598	4,30	350	26,94	5100	1996	16,85	85,8	17,9
5	1,680	4,40	365	27,57	5300	1878	16,40	77,0	17,5
6	1,590	4,65	450	29,12	6100	2410	18,30	112,0	18,2
7	2,000	5,20	535	32,58	6550	1925	17,67	85,2	15,6

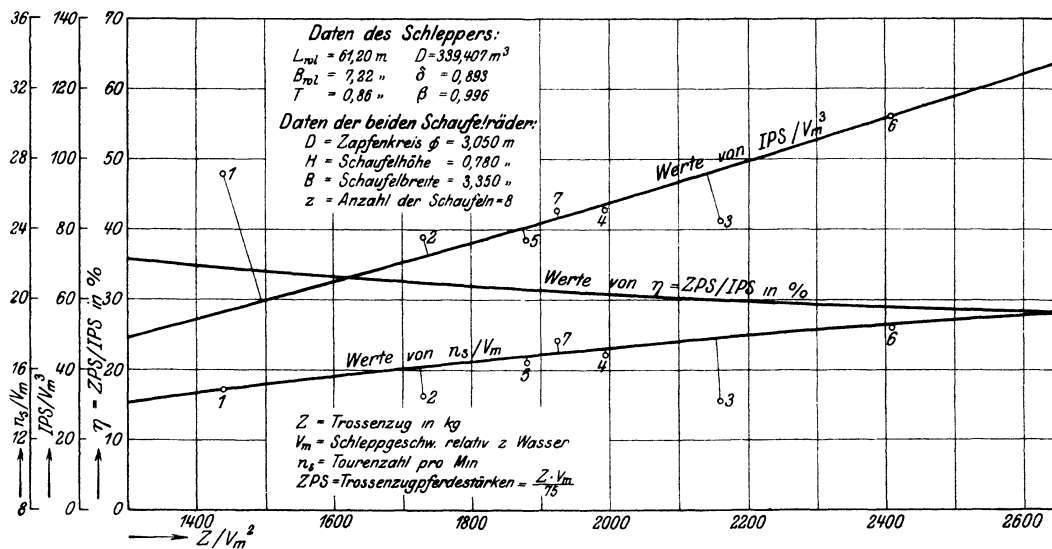
ZPS = effektive Trossenzugpferdestärken =

$$\frac{Z \cdot V_m}{75}$$

IPS = indizierte Pferdestärken unter Annahme von  $\eta_m = 0,85$  Maschinenwirkungsgrad.

Hiernach zu urteilen, müßten sich demnach auch Probefahrtsergebnisse, die mit ein und demselben Radschlepper unter den verschiedenartigsten Trossenzügen und Schleppgeschwindigkeiten ermittelt worden sind, durch eine ähnliche Auswertung in ein bestimmtes System bringen lassen, in der Weise, daß durch einen einzigen Satz von Kurven der Konstanten die ganze Charakteristik des betreffenden Schleppers für alle möglichen Belastungsgrade dargestellt werden kann. In-

Seitenradschlepper „Hugo Marcus“.



Auswertungsergebnisse der Probefahrten mit Anhang.

Abb. 15.

wieweit dies praktisch möglich ist, zeigen die Diagramme Abb. 15, in welchen die Resultate der in Tabelle 2 aufgeführten und nach obiger Art analysierten Fahrten des Seitenradschleppers „Hugo Marcus“ mit verschiedenem Anhang als Funktion der ermittelten jedesmaligen Belastungsgrade  $Z/V_m^2$  punktweise einzeln aufgetragen und durch mittlere Kurvenzüge miteinander verbunden sind. Diese Darstellungsmethode bringt außerdem noch den besonderen Vorteil mit sich, unzuverlässige Meßergebnisse mit Sicherheit erkennen und von vorne herein ausscheiden lassen zu können. An Hand derartiger Diagramme ist es nun leicht, für einen den-

untersuchten Schlepper ähnlichen in einem bestimmten vorliegenden Fall die zu erwartenden Verhältnisse folgendermaßen zu ermitteln.

**Aufgabe 1:** Verlangt sei ein nutzbarer Trossenzug von  $Z = 7000$  kg bei der Schleppgeschwindigkeit  $V_s = 15$  km/Std.  $= V_m = 4,170$  m/sec unter Zugrundelegung eines Schleppers nach Modell Nr. ZEG 1 mit 4 Seitenrädern nach Modell A von  $D = 3,4$  m Durchmesser und  $B = 9,2$  m Gesamtschaukelbreite. Für den vorliegenden Trossenzugbelastungsgrad von

$$Z/V_m^2 = \frac{7000}{4,17^2} = 403$$

bestimmen die zugehörigen Auswertungsdiagramme Abb. 11 eine Leistungskonstante  $\frac{IPS}{V_m^3} = 16,1$  und einen Slipgrad  $\frac{n_s}{V_m} = 8,3$ ; mithin beträgt die erforderliche Maschinenstärke an indizierten Pferden:

$$IPS = 16,1 \cdot V_m^3 = 16,1 \cdot 4,17^3 = 1167.$$

Aus dem vorliegenden Slipgrad  $\frac{n_s}{V_m} = 8,3$  läßt sich ferner die Propellertourenzahl zu

$$n_s = 8,3 \cdot V_m = 8,3 \cdot 4,17 = 34,6/\text{min}$$

ermitteln.

**Aufgabe 2:** Die Kesselanlage sei im vorliegenden Fall so groß bemessen, daß im Maximum Dampf für  $IPS = 1250$  indizierte Pferdestärken erzeugt werden kann. Bei  $V_s = 15$  km/Std.  $= V_m = 4,17$  m/sec Schleppgeschwindigkeit liegt demnach eine Leistungskonstante von

$$\frac{IPS}{V_m^3} = \frac{1250}{4,17^3} = 17,25$$

vor. Hierfür bestimmen die Diagramme Abb. 12 einen Trossenzugbelastungsgrad  $Z/V_m^2 = 437,5$  und einen Slipgrad  $n_s/V_m = 8,44$ . Daher beträgt der zu erwartende Trossenzug  $Z = 437,5 \cdot V_m^2 = 437,5 \cdot 4,17^2 = 7600$  kg und die erforderliche Tourenzahl, mit welcher die betreffenden indizierten Pferdestärken von  $IPS = 1250$  bei entsprechender Füllung abgegeben werden müssen,  $n_s = 8,44 \cdot V_m = 8,44 \cdot 4,17 = 35,2$  min. Mit gleicher Füllung und demnach gleichem Maschinendrehmoment wie ad 1 würden bei der Tourenzahl von 35,2/min nur

$$1167 \cdot \frac{35,2}{34,6} = 1186$$

indizierte Pferdestärken erzeugt werden.

Um also mit  $n_s = 35,2$  Touren pro Minute 1250 indizierte Pferdestärken zu erzielen, müßte das Maschinendrehmoment durch Auslegen der Steuerung auf

$$\frac{1250}{1186} = 1,054, \text{ d. s. } 5,4 \%$$

erhöht werden können, woraus bereits die Notwendigkeit, bei Radschleppern eine in größeren Grenzen veränderliche Füllung vorzusehen, hervorgeht. Dieses tritt noch deutlicher in die Erscheinung, wenn man wie z. B. in Aufgabe 3 die Bedingung stellt, daß die betreffende Maschine ihre Volleistung von  $IPS = 1250$  indizierten Pferdestärken auch bei kleineren Schleppgeschwindigkeiten oder in der Periode der Anfahrt abgeben soll.

A u f g a b e 3: In diesem Falle liegt bei  $IPS = 1250$  abgebremsten Wellenpferdestärken und einer mittleren Geschwindigkeit von angenommen  $V_s = 14 \text{ km/Std.} = V_m = 3,89 \text{ m/sec}$  eine Belastungskonstante

$$\frac{IPS}{V_m^3} = \frac{1250}{3,89^3} = 21,25$$

vor, für welche die Diagramme Abb. 12 einen Trossenzugbelastungsgrad  $Z/V_m^2 = 553$  und einen Slipgrad

$$n_s / V_m = 8,90$$

bestimmen.

Der erreichbare Trossenzug wäre demnach

$$Z = 553 \cdot V_m^2 = 553 \cdot 3,87^2 = 8280 \text{ kg}$$

und die erforderliche Tourenzahl

$$n_s = 8,90 \cdot V_m = 8,90 \cdot 3,87 = 34,4 \text{ min.}$$

Da bei der gleichen Füllung wie ad 1 nur  $\frac{34,4}{34,6} \cdot 1167 = 1157$  indizierte Pferdestärken erzielt werden würden, so müßte sich für diesen Fall das Maschinen-drehmoment durch Erhöhung des mittleren Dampfdrucks auf  $\frac{1250}{1157} = 1,080$ , d. s. 8,0 % vergrößern lassen. Man ersieht bereits aus diesen Zahlenbeispielen, daß man bei Schleppern, die unter verschiedenen Belastungsgraden arbeiten sollen, von einer sogenannten Konstruktionstourenzahl für die Maschine eigentlich nicht sprechen darf. Die Umdrehungen werden selbst bei ein und derselben Schleppgeschwindigkeit einzig und allein durch den zur Überwindung des jedesmaligen Trossenzuges erforderlichen Schaufelradschub bestimmt, wobei sich durch Veränderung der Zylinderfüllung das Drehmoment der Maschine dem des Rades anpassen können muß. Ist letzteres, wie z. B. auch bei Motorantrieb (mit Übersetzung) nicht der Fall, so wird das Rad nach Aufgabe 4 nur bei einer ganz bestimmten Schleppgeschwindigkeit auf diejenigen Touren kommen, welche der Konstruktionsleistung der Maschine entsprechen.

A u f g a b e 4: Die Maximalleistung der Maschine von  $IPS = 1250$  indizierten Pferdestärken soll mit der Konstruktionstourenzahl von genau  $n_s =$



35,5 Touren pro Minute abgegeben werden können. Für die vorliegende Leistungskonstante von  $\frac{\text{IPS}}{(n_s/10)^3} = \frac{1250}{(3,55)^3} = 28$  bestimmen die Diagramme Abb. 12 einen Slipgrad  $\frac{n_s}{V_m} = 8,15$  und einen Trossenzugbelastungsgrad  $Z/V_m^2 = 370$ .

Die gestellte Bedingung kann daher nur bei einer Schleppgeschwindigkeit  $V_m = \frac{n_s}{8,15} = \frac{35,5}{8,15} = 4,36 \text{ m/sec} = 15,66 \text{ km/Std.}$  erfüllt werden, bei welcher ein nutzbarer Trossenzug von

$$Z = 370 \cdot V_m^2 = 370 \cdot 4,36^2 = 7015 \text{ kg}$$

zu erwarten sein wird.

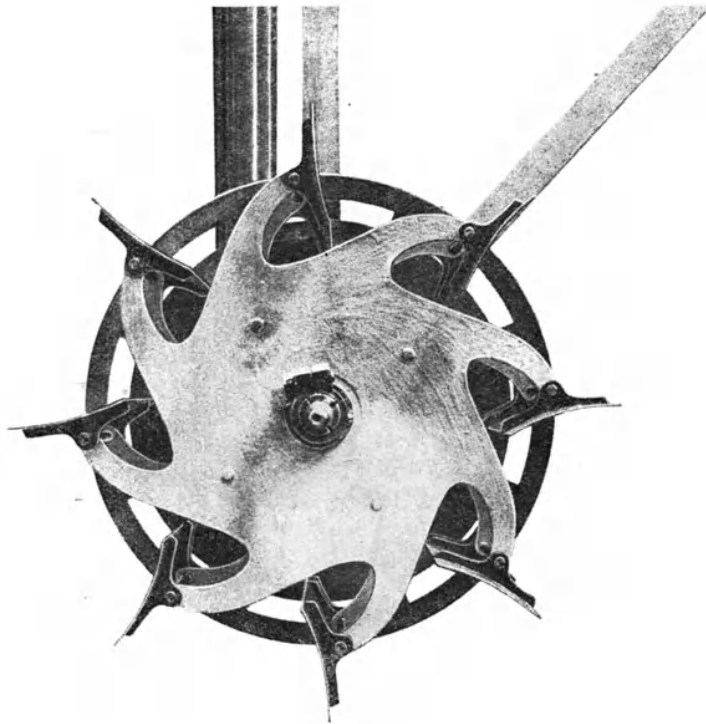


Abb. 16.

#### Versuche mit festen Schaufeln an den Rädern.

Es ist von vornherein einleuchtend, daß feste Schaufeln bei einem Schlepper-Rade, wie es in dem oben untersuchten Modell nachgebildet war, beweglichen gegenüber wegen der damit verbundenen ungünstigen Ein- und Austrittswinkel von Nachteil sein müssen. Um nun den Grad der Überlegenheit von beweglichen



selben Weise, wie bei den Versuchen mit den beweglichen Schaufeln, verursachten aber hierbei keine Drehung der letzteren mehr relativ zum Rade. Auf diese Art wurde der Zustand erreicht, als wenn die Schaufeln am Rade festgestellt worden wären, obgleich sie in Wirklichkeit zu demselben infolge der konzentrischen Führungsscheibe eigentlich nur relativ in der gleichen Lage gehalten wurden, was aber für das praktische Ergebnis genau dasselbe bedeutet. Der Zweck, welcher mit der gewählten Anordnung erreicht werden sollte, bestand darin, die Basis nicht zu verlassen, auf welcher die Versuche mit den beweglichen Schaufeln

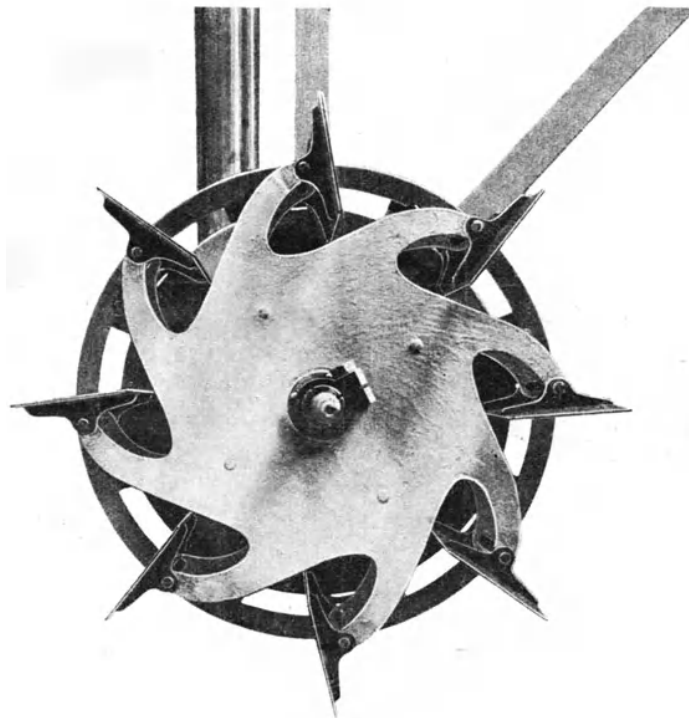


Abb. 18.

ausgeführt worden waren. Dies ließ sich aber nur dadurch erreichen, daß alle Teile, die an dem Modell mit beweglichen Schaufeln die Versuchsergebnisse störend beeinflußt haben konnten, wie in erster Linie die von dem naturgroßen Rade abweichende Art der Führung durch Rollen, auch bei den Versuchen mit festen Schaufeln in genau gleicher Weise auftreten mußten, wenn die Resultate in beiden Fällen relativen Wert haben sollten.

Eine Seitenansicht des oben beschriebenen Schaufelradmodells mit sogenannten bewegungslos zum Rade gesteuerten Schaufeln zeigt Abb. 16. Die Er-

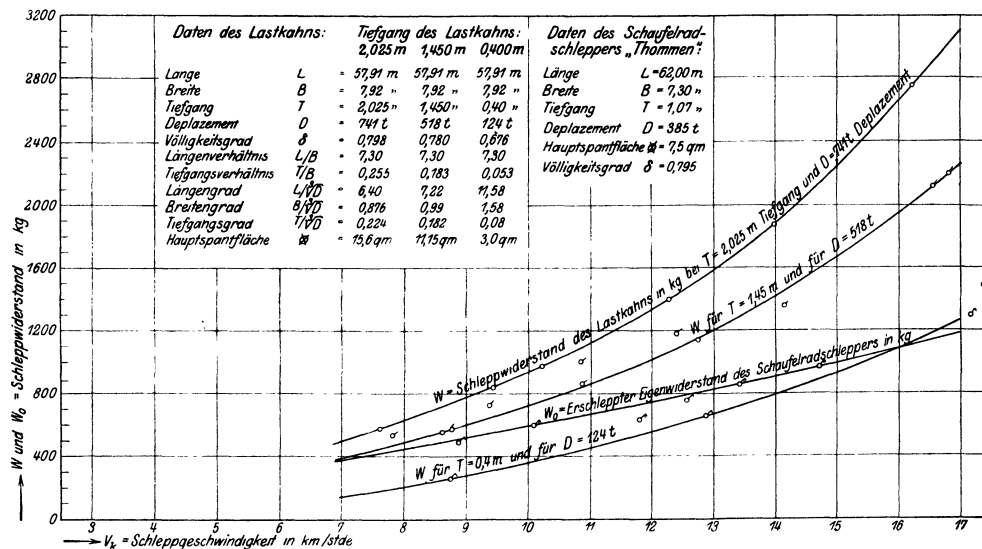


wohl nicht weiter eingegangen zu werden braucht. Zum Schluß wurden bei dem Modell mit festen Schaufeln, letztere noch nach Abb. 18 durch ebene ersetzt. Das Resultat war, wie dies aus den zugehörigen Diagrammen Abb. 19 ersehen werden kann, ein noch ungünstigeres als im vorigen Fall, was nach Lage der Sache auch erwartet werden konnte.

Die Übertragbarkeit der Modellversuchsergebnisse auf die Verhältnisse naturgroßer Schaufelräder.

Von der k. u. k. priv. Donau-Dampfschiffahrtsgesellschaft-Budapest wurden für Auswertungszwecke die Ergebnisse von eingehenden Schleppversuchen zur Verfügung gestellt, welche im Jahre 1895 mit dem Schaufelradschlepper

Lastkahn Type 6500 und Schaufelradschlepper „Thommen“.



Ergebnisse der Schleppversuche auf der Donau bei verschiedenen Kahntiefgängen.

Breite des Flusses ca. 500 m. Fahrwassertiefe durchschnittlich ca. 6,5 m.

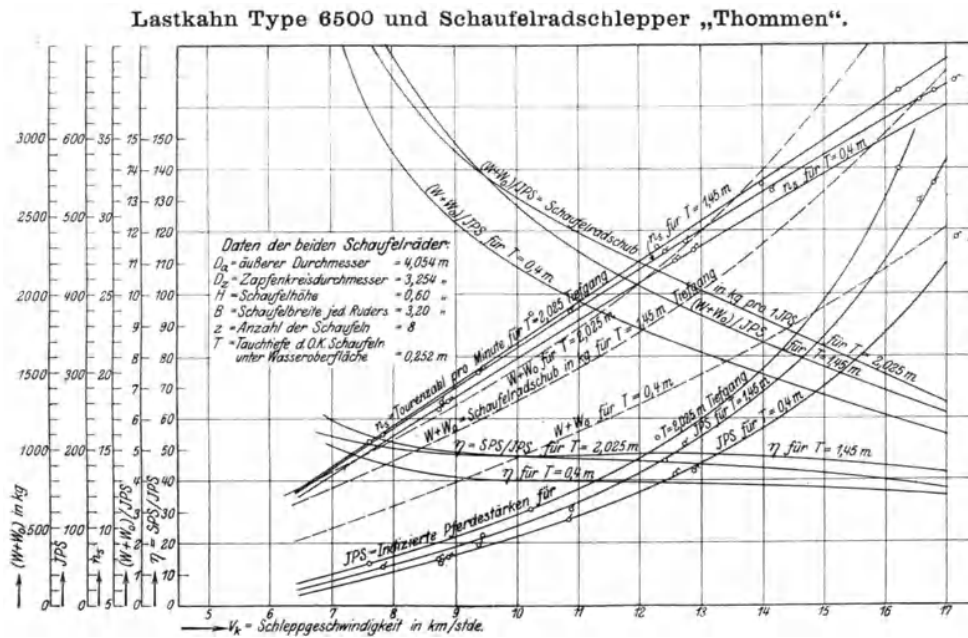
Abb. 20.

„Thommen“ und dem Lastkahn Type 6500 auf der Donau ausgeführt worden waren. Die Resultate dieser Versuche sind in den Diagrammen Abb. 20 für die drei verschiedenen Kahntiefgänge von  $T = 2,025$  m —  $1,450$  m und  $0,40$  m, entsprechend den Deplazements von  $D = 741$  t —  $518$  t und  $124$  t, in Form der Widerstände  $W$  in kg als Funktion der Schleppgeschwindigkeit  $V_k$  in km/stde dargestellt. Gleichzeitig wurden darin auch die erschleppten Eigenwiderstände  $W_0$  des Seitenradschleppers „Thommen“ selbst eingetragen. Aus den Diagrammen

Abb. 21 sind die beim Schleppen des Lastkahns festgestellten indizierten Pferdestärken JPS des Schleppers, die Tourenzahlen  $n_s$  pro Minute sowie die Summe der Widerstände des Lastkahns und des Schleppers  $W + W_0$  für die drei verschiedenen oben bezeichneten Kahntiefgänge verzeichnet. Auf Grund dieser Werte wurden schließlich noch die Werte der Gesamtwirkungsgrade der Propulsion  $\eta = \frac{SPS}{JPS}$  ebenso wie die von  $(W + W_0) \cdot V_m$ , d. h. die Gesamtschleppwiderstände in kg pro indizierte Pferdestärke eingetragen.

$$SPS = \text{Propellerschubpferdestärken} = \frac{(W + W_0) \cdot V_m}{75};$$

$V_m =$  Schleppgeschwindigkeit in m/sec relativ zum Wasser.

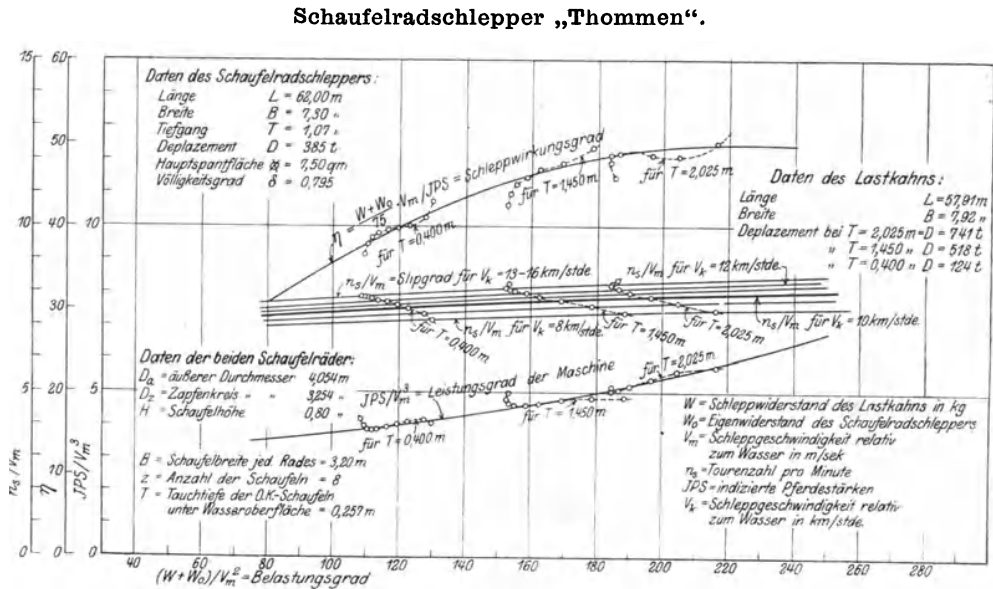


Ergebnisse der Schleppversuche auf der Döna bei verschiedenen Kahntiefgängen.

Abb. 21.

Wie daraus zu ersehen ist, zeigen die bei den drei verschiedenen Kahntiefgängen ermittelten Kurven der Gesamtwirkungsgrade der Propulsion  $\eta = \frac{SPS}{JPS}$  keinen gesetzmäßigen Verlauf. Ein solcher war nach den früheren Ausführungen dieses Vortrages (s. S. 505—507) auch aus dem Grunde nicht zu erwarten, weil bei den verschiedenen Schleppzuständen je nach dem Deplacement und dem Widerstand des Schleppkahns selbst bei ein und derselben Schleppgeschwindigkeit ganz verschiedene Belastungsgrade für die Schaufelräder vorgelegen haben, welche not-

wendigerweise wieder ihrerseits verschiedene Propellerwirkungsgrade zur Folge haben mußten. Um diese Ursache nach Möglichkeit auszuschalten, sind in den Diagrammen Abb. 22 die entsprechenden Probefahrtswerte in Form der Leistungsgrade der Maschine  $\text{IPS} \cdot V_m^3$  des Slipgrades  $n_s/V_m$  und des Gesamtwirkungsgrades der Propulsion  $\eta = \frac{\text{SPS}}{\text{IPS}}$  nach dem bereits früher (S. 505) erörterten Verfahren als Funktion der Belastungsgrade  $(W+W_0) \cdot V_m^2$  aufgetragen. Wie daraus zu ersehen, läßt sich die Gesamtheit der bei den drei verschiedenen Kahntiefgängen festgestellten Ergebnisse auf diese Art im wesentlichen durch



Auswertung der Schleppversuchsergebnisse auf der Donau bei verschiedenen Tiefgängen des Lastkahns.

Abb. 22.

mittlere Kurvenzüge darstellen, welche unabhängig von der absoluten Größe der Schleppkraft und Schleppgeschwindigkeit ganz allgemein für beliebige Schleppzustände gültig sind. Wenn es auch nicht möglich war, für die Slipgrade  $n_s/V_m$  denselben kontinuierlichen Verlauf wie bei den beiden anderen Werten der Leistungsgrade  $\text{JPS}/V_m^3$  und Wirkungsgrade  $\eta$  zu erreichen, so zeigen doch auch jene für einen gewissen beschränkten Bereich von praktisch nur in Betracht kommenden Schleppgeschwindigkeiten eine nicht zu verkennende Gesetzmäßigkeit, die sich im Mittel durch den in Abb. 22 stark ausgezogenen Kurvenzug für die Größen von  $n_s/V_m$  darstellen läßt. Bei dem Belastungsgrad von  $(W+W_0)$

$\cdot / \cdot V_m^2 = 210$  ist z. B. ein Durchschnittswert von  $n_s/V_m = 7,9$  und ein solcher von  $\eta = 0,496$  festgestellt worden. Die beiden Seitenräder des Schleppers „Thommen“ hatten einen Zapfenkreisdurchmesser  $D = 3,254$  m, eine Schaufelhöhe von  $0,80$  m und eine Schaufelbreite  $B = 3,20$  m. Die Tauchtiefe von der Oberkante der Schaufeln bis zur Wasseroberfläche betrug  $T = 0,257$  m. Mithin lag für die Schaufeln ein Höhenverhältnis  $h$  von  $H/D = \frac{0,80}{3,254} = 0,246$ , ein Tauchungsverhältnis  $t$  von  $T/D = \frac{0,257}{3,254} = 0,079$  und ein Breitenverhältnis  $b$  von  $B/D = \frac{3,2}{3,254} = 0,98$  vor. Die Werte von  $H/D$  und  $T/D$  stimmten fast genau mit denen des untersuchten Schaufelradmodells überein, da auch die Anzahl der Schaufeln ( $z = 8$ ) dieselbe wie bei diesem war und nach den Ausführungen auf S. 493 u. 494 die nicht unwesentlich andere Breite entsprechend berücksichtigt werden kann, so dürften ohne Weiteres die Ergebnisse der mit dem Seitenradschlepper „Thommen“ auf der Donau ausgeführten Versuche mit denen des untersuchten Modells A in Vergleich gesetzt werden. Zu diesem Zweck ist es zunächst erforderlich, den bei dem obigen Belastungsgrad  $(W+W_0) \cdot / \cdot V_m^2 = 210$  vorliegenden Wert von  $V_e \sqrt{\frac{S}{D \cdot B}}$  festzustellen (vergl. Ausführungen auf S. 493). Der Schaufelradschub  $S$  ist, wenn man von dem Sog absieht, gleich  $W+W_0$  und die Propellerfortschrittsgeschwindigkeit  $V_e$ , unter Vernachlässigung des Nach- und Vorstroms gleich  $V_m$ , der Schleppgeschwindigkeit in m/sec relativ zum Wasser. Mithin  $\frac{\sqrt{S}}{V_m} \cdot \frac{1}{\sqrt{D \cdot B}} = \frac{\sqrt{210}}{\sqrt{3,254 \cdot 6,4}} = 3,23$ . Für diesen Wert des sogenannten Flächenbelastungsgrades bestimmen die Diagramme Abb. 8 einen zugehörigen Slipgrad  $\frac{nD}{V_e}$  oder vom Nachstrom wieder abgesehen  $\frac{nD}{V_m} = 0,432$  und einen reinen Propellerwirkungsgrad  $\eta_p = 0,498$ . Für den Schlepper „Thommen“ müßte demnach ein Slipgrad  $\frac{n}{V_m} = \frac{0,436}{D} = \frac{0,436}{3,254}$  oder  $\frac{n_s}{V_m} = \frac{0,436 \cdot 60}{3,254} = 0,78$  bei unmittelbarer Übertragung der Modellversuchsergebnisse zu erwarten gewesen sein. Da in Wirklichkeit auf der Probefahrt ein Slipgrad von  $\frac{n_s}{V_m} = 0,79$  festgestellt worden ist, so dürfte dies eine sehr gute Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Modellversuche bedeuten. Der reine Propellerwirkungsgrad  $\eta_p = 0,498$  des Modellrades ist allerdings nur ganz unwesentlich höher als der auf der Probefahrt ermittelte Gesamtwirkungsgrad der Propulsion  $\eta = 0,496$ . Letzterer ist aber



gleich dem Produkt aus dem reinen Wirkungsgrad des Rades  $\eta_p$  und dem der Maschine  $\eta_m$ , welcher in früheren Untersuchungen mit 85% angenommen wurde. Wenn nun auch die Möglichkeit besteht, daß der Wert von  $\eta_m$  höher als 85% sein kann, so dürfte trotzdem immer noch der durch den Modellversuch festgestellte reine Propellerwirkungsgrad  $\eta_p$  infolge der Abweichungen des Modells von dem naturgroßen Schaufelrade etwas zu klein ermittelt worden sein, was aber den relativen Wert der Modellversuchsergebnisse nicht weiter herabsetzen würde, da die betreffende Differenz für Konstruktionszwecke entsprechend gleichmäßig berücksichtigt werden kann.

---

## XV. Beitrag zur Berechnung von Schlingerdämpfungseinrichtungen.

Von Dr. G. Bauer.

§ 1. Die Berechnungen von Schlingerdämpfungseinrichtungen<sup>1)</sup>, welche auf der Wirkung von querschiffs hin- und hergehenden Wassermassen beruhen (Watts und Frahm), berücksichtigen lediglich die Pendelschwingung des Schiffes um seine Längsachse durch den Schwerpunkt (welche angenähert als feste Drehachse angenommen werden kann). Dagegen ist in diesen Rechnungen keine Rücksicht genommen auf die kreisförmige Translationsbewegung, welche jedes von der Wellenbewegung erfaßte Teilchen der Meeresoberfläche, also mit gewisser Annäherung auch der Schiffskörper, ausführt.

Es erschien mir für eine weitere Klärung der Frage der Schlingerdämpfung nicht uninteressant, zu untersuchen, ob und unter welchen Umständen die Berücksichtigung dieser Translationsbewegung merkliche Abweichungen gegenüber den auf Grund der üblichen Berechnungsarten gewonnenen Ergebnissen herbeiführen kann.

Vorausschicken möchte ich, daß im folgenden nicht die Rede ist von der wertvollen Wirkung des gedrosselten Schlingertanks auf die Schiffsschwingungen, welche durch einmaligen Anstoß erregt sind und infolge der Aufzehrung der Schwingungsenergie durch die absichtlich im Tank hervorgerufenen Widerstände zum Abklingen gebracht werden, sondern nur von der Wirkung des Tanks bei regelmäßig wiederkehrenden Wellen gleicher Periode und Amplitude, in welchem Falle durch Herbeiführung von Resonanz zwischen den Schwingungen des Tankwassers und erregender Welle der Schiffsausschlag beseitigt werden soll.

---

<sup>1)</sup> vgl. Frahm, Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft 1911, S. 283;  
vgl. Dr. Horn, ebendort, S. 453.

Im folgenden sei bezeichnet mit (vergl. Abb. 1 und 3):

$P$  das Gewicht des Schiffskörpers inkl. Tankwasser.

$\Theta$  das Trägheitsmoment des Schiffskörpers, bezogen auf seine Längsachse durch den Schwerpunkt  $G$ .

$MG$  die metazentrische Höhe.

$F$  der Querschnitt des Tanks in den aufsteigenden Schenkeln.

$f$  der Querschnitt des Tanks (Kanals) an einer beliebigen Stelle,

$b$  die halbe Kanalbreite.

$x$  die jeweilige Höhenlage des Tankwasserspiegels über bzw. unter der Ruhelage,

$x_0$  der Maximalwert dieses Ausschlages.

$R$  der Radius der Translationsbewegung gleich der halben Wellenhöhe,

$\gamma$  das spezifische Gewicht des Wassers = 1000 kg/cbm,

$g$  die Beschleunigung der Schwere.

$ds$  die Länge des Kanalelements, gemessen in der Strömungsrichtung auf dem mittleren Wasserfaden,

$l$  die Entfernung des betrachteten Kanalelements von  $G$ , gemessen parallel  $MG$ .

$l_0$  der Abstand des Tankwasserspiegels bei Ruhelage vom Schiffsschwerpunkt  $G$ , gemessen parallel  $MG$ .

$y$  der Abstand des Schwerpunkts des betrachteten Kanalelements von  $\overline{MG}$ ,

$r$  der Abstand von  $G$  von dem Schwerpunkt des Kanalelements,

$r'$  der Abstand von  $G$  von der Tangente an die mittlere Stromlinie bei dem betrachteten Kanalelement.

$\varphi$  der Ausschlag des Schiffes bei seiner Drehung um  $G$ , gemessen von der Vertikalen aus (positiv nach rechts),

$\beta$  die jeweilige Wellenschräge gegenüber der Horizontalen (positiv nach links geneigt).

$\beta_0$  der größte Wert dieser Wellenschräge.

$\alpha$  die Winkelgeschwindigkeit, mit welcher die Translationsbewegung jedes Wasserteilchens der Welle erfolgt,

$\alpha t$  der Winkel, welchen jedes Wasserteilchen bei der kreisförmigen Translation gegenüber der Vertikalen zurückgelegt hat,

$\varepsilon$  der Winkel, welchen das Schiff infolge der Translationsbewegung gegenüber der Vertikalen zurückgelegt hat.

$\vartheta$  der Winkel, welchen die Tangente an die mittlere Stromlinie bei dem betrachteten Flächenelement mit der Senkrechten zu MG einschließt,

$\frac{\omega}{2\pi}$  die Eigenschwingungszahl des Schiffskörpers pro Sek.  $= \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{P \cdot MG}{\sigma}}$ ,

$\frac{\omega}{2\pi}$  die Eigenschwingungszahl des Tankwassers  $= \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{L'}}$ ,

$\mu$  die Reibungskraft für die Geschwindigkeit 1, auf die Kanallänge 1 bezogen,

$L'$  die halbe reduzierte Tanklänge  $= \frac{1}{2} \int \frac{F}{f} ds$ .

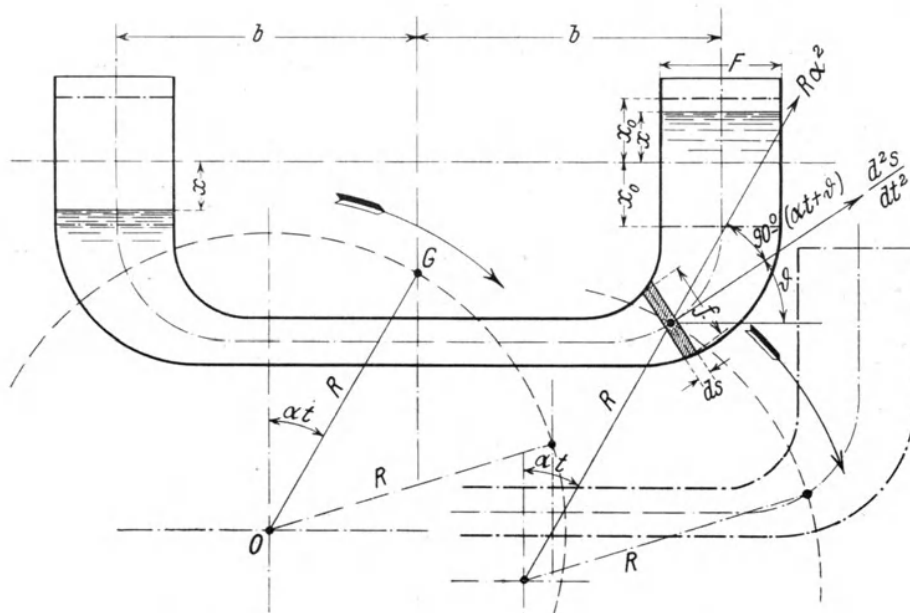


Abb. 1.

Um ein Bild über die Einwirkung der kreisförmigen Translation auf das in einem Schlingertank enthaltene Wasser zu gewinnen, soll zunächst untersucht werden, wie sich dasselbe verhält, wenn eine Schwingungsbewegung des Schiffes um seinen Schwerpunkt nicht vorhanden ist. Dieser Fall kann bei der Bewegung des Schiffes im Seegang nur eintreten, wenn durch Schlingerdämpfungseinrichtungen der Schwingungsaus Schlag um den Schwerpunkt beseitigt wird.

Die Bewegungsgleichung des Tankwassers ergibt sich für diesen einfachen Fall nach dem d'Alembert'schen Prinzip aus der Gleichgewichtsbedingung zwischen der Gewichtswirkung des in beiden Schenkeln ungleich hoch stehenden Tankwassers (Abb. 1) und den Zusatzkräften, in diesem Fall derjenigen der Strömung des Wassers im Kanal (Relativbewegung) und der Zentrifugalkraft. Diese Zusatzkräfte sind für jedes Längenelement  $ds$  des Tanks festzustellen und über die ganze Kanallänge zu summieren, und zwar kommen nur die Komponenten in Richtung der Strömung in Betracht. Bei variablem Kanalquerschnitt ist dabei zu berücksichtigen, daß wegen der gleichmäßigen Fortpflanzung des Druckes im Wasser die Zusatzkräfte für jedes Element zu multiplizieren sind mit dem Verhältnis des Querschnitts  $F$  in dem aufsteigenden Schenkel zu dem Querschnitt  $f$  an der Stelle des betrachteten Elements. Wir erhalten so folgenden Ansatz:

$$-\int \frac{f \gamma}{g} ds \cdot \frac{d^2 s}{dt^2} \cdot \frac{F}{f} + \int \frac{\gamma f \cdot ds}{g} \cdot R \alpha^2 \cdot \sin(\alpha t + \vartheta) \frac{F}{f} = 2 \cdot F \gamma \cdot x \quad . \quad (1)$$

Beachten wir, daß auf Grund der Kontinuitätsbedingung die Beschleunigung  $\frac{d^2 s}{dt^2}$  im Kanalelement zu derjenigen in den aufsteigenden Schenkeln sich umgekehrt verhält wie die Querschnitte  $F$  und  $f$ , und entwickeln wir den Sinus der Winkelsumme im zweiten Glied, so erhalten wir

$$-\frac{d^2 x}{dt^2} \cdot \frac{F^2 \cdot \gamma}{g} \cdot \int \frac{ds}{f} + R \frac{F \gamma^2}{g} \alpha^2 \left( \sin \alpha t \int ds \cos \vartheta + \cos \alpha t \int ds \sin \vartheta \right) - 2 F \gamma x = 0$$

Die beiden Integrale im zweiten Summanden haben eine sehr einfache Bedeutung. Das erste derselben ist die Kanalbreite  $2b$ , das zweite die Höhendifferenz  $2x$  zwischen den Wasserspiegeln in den beiden Schenkeln. Dies eingeführt ergibt die gesuchte Bewegungsgleichung

$$+\frac{d^2 x}{dt^2} \int \frac{F}{f} ds - 2 R \alpha^2 \cdot (b \sin \alpha t + x \cos \alpha t) + 2 g x = 0$$

Diese Gleichung bietet der Integration Schwierigkeiten. Ein Weg, dieselben zu beseitigen, ohne erwarten zu müssen, daß das Resultat von der Wirklichkeit zu sehr abweicht, ergibt sich, indem wir in der Klammer das mit dem Faktor  $x$  versehene Glied gegenüber demjenigen mit dem Faktor  $b$  vernachlässigen, d. h. also, indem wir annehmen, daß die Kanalbreite verhältnismäßig groß ist im Vergleich zu der Steighöhe des Wassers, welche, wie wir wissen, bei den Ausführungen des Tanks einen im Vergleich zu  $b$  geringen Maximalwert  $x_0$  nicht übersteigt. Außer dieser Vernachlässigung

führen wir noch statt  $\int \frac{F}{f} ds$  die sogenannte reduzierte Länge des Tanks  $2 L'$  ein und erhalten, indem wir noch mit  $2 L'$  dividieren,

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{g}{L'} x - \frac{R \alpha^2}{L'} \cdot b \sin \alpha t = 0 \dots \dots \dots (2)$$

Dies ist die Gleichung einer erzwungenen Schwingung. Die Frequenz  $\omega$  der Eigenschwingung des Tanks ist, wie aus Gl. (2) ohne weiteres ersichtlich,

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{L'}}$$

Resonanz ist vorhanden, wenn die Frequenz  $\omega$  der Eigenschwingung gleich ist der Frequenz  $\alpha$  der erregenden Kraft, bzw. wenn der Kreis, in welchem sich jedes Teilchen des Tanks bewegt, in einer Minute  $\frac{60}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{L'}}$ -mal durchlaufen wird.

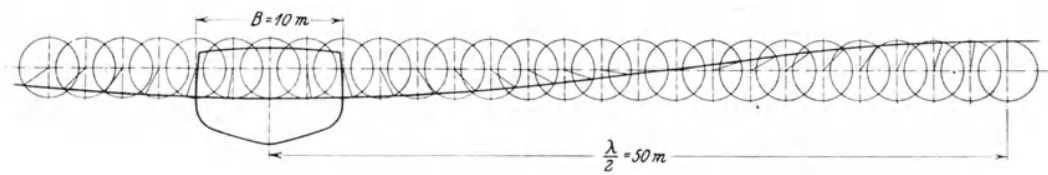


Abb. 2.

Aus diesen einfachen Betrachtungen geht ohne weiteres hervor, daß die kreisförmige Translation wohl in der Lage sein kann, auf Bewegungsvorgänge im Tank eine nicht unerhebliche Einwirkung auszuüben; wie sich dieselbe tatsächlich gestaltet, soll im folgenden untersucht werden. Bevor wir jedoch hierauf näher eingehen, ist es wesentlich, sich darüber klar zu werden, ob die Betrachtungen, welche für die kreisförmige Translation eines einzelnen Teilchens gelten, auch auf einen so großen Körper wie den des Schiffes ausgedehnt werden können, ohne daß die Richtigkeit des zu erwartenden Resultats allzusehr beeinträchtigt wird.

Abb. 2 zeigt die Entstehung einer zykloidischen Welle durch Drehung und Fortschreiten des beschreibenden Kreises. In die Welle ist der Querschnitt eines parallel zur Wellenerzeugenden fahrenden Schiffes eingezeichnet. Die Wellenlänge  $\lambda$  ist zu 100 m, die Breite des Schiffes zu 10 m ange-

nommen. Es ist ersichtlich, daß die Phase der Wasserteilchen auf dem Rollkreis in der Nähe der Schiffsmittle nur wenig abweicht von derjenigen auf den beiden Seiten des Schiffes, woraus hervorgeht, daß bei den gewählten Verhältnissen ohne erhebliche Fehler die Translation des ganzen Schiffes gleich derjenigen der mittschiffs gelegenen Teilchen angenommen werden kann. Wenn auch entgegeng gehalten werden kann, daß die betrachtete Schiffsbreite nur gering ist, so ist dazu zu bemerken, daß für breitere Schiffe auch Wellen von größerer Länge in Vergleich zu ziehen sind, denn es interessieren bei den den Schlingertank betreffenden Problemen in erster Linie diejenigen Wellen, welche mit den Eigenschwingungen des Schiffes wenigstens annähernd in Resonanz befindlich sind. Für ein 20 m breites Schiff auf einer Welle von 200 m Länge würde bei doppeltem Maßstab die gleiche Abbildung gültig sein. Weniger exakt wird der Übergang von der Betrachtung der Kreisbewegung des einzelnen Teilchens zu der des Schiffes, wenn dasselbe schräg zu den Wellen fährt. Hierauf wird später zurückgekommen werden.

Wir gehen nunmehr auf unsere eigentliche Aufgabe über, festzustellen, in welchem Verhältnis die durch die kreisförmige Translation auf den Schwingungszustand des Schiffes ausgeübte Einwirkung zu derjenigen steht, welche die wechselnde Neigung der Wellen zur Vertikalen auf denselben besitzt; und zwar soll sich die Untersuchung wieder auf das Verhalten des Schiffes unter dem Einfluß periodisch wiederkehrender Wellen von gleicher Frequenz und Amplitude beziehen.

Der Schwingungszustand (vergleiche Abb. 3) ist hier gekennzeichnet durch drei Variable: 1. den Neigungswinkel  $\varphi$ , welchen die Mittellängsebene des Schiffes mit der Vertikalen einschließt, 2. den Weg  $x$ , welchen das Tankwasser in den vertikalen Schenkeln von dem Niveau der Ruhelage aus zurückgelegt hat, 3. den Winkel  $\epsilon$ , um den der Radius  $R$  aus der senkrecht nach oben angenommenen Nullage verdreht ist. Es ist ratsam, zunächst die Winkelgeschwindigkeit der kreisförmigen Translation des Schiffes als variabel zu betrachten, so daß also der Winkel  $\epsilon$  nicht als der Zeit proportional anzunehmen ist, im Gegensatz zu dem mit konstanter Winkelgeschwindigkeit von den Wasserteilchen durchlaufenen Winkel  $\alpha t$ . Zur Lösung des Problems wählen wir folgende drei Ansätze:

- I. Das d'Alembert'sche Prinzip angewandt auf die Momente der Zusatzkräfte und äußeren Kräfte

in Bezug auf den Schiffsschwerpunkt G als Momentpunkt.

II. Das d'Alembert'sche Prinzip angewandt auf die Bewegung der Elemente des Tankwassers.

III. Den Flächensatz in Bezug auf den Mittelpunkt O des Kreises, welchen der Schiffsschwerpunkt bei der Wellenbewegung beschreibt.

I. Das d'Alembert'sche Prinzip angewandt auf die Momente der Zusatzkräfte und äußeren Kräfte in Bezug auf G als Momentpunkt.

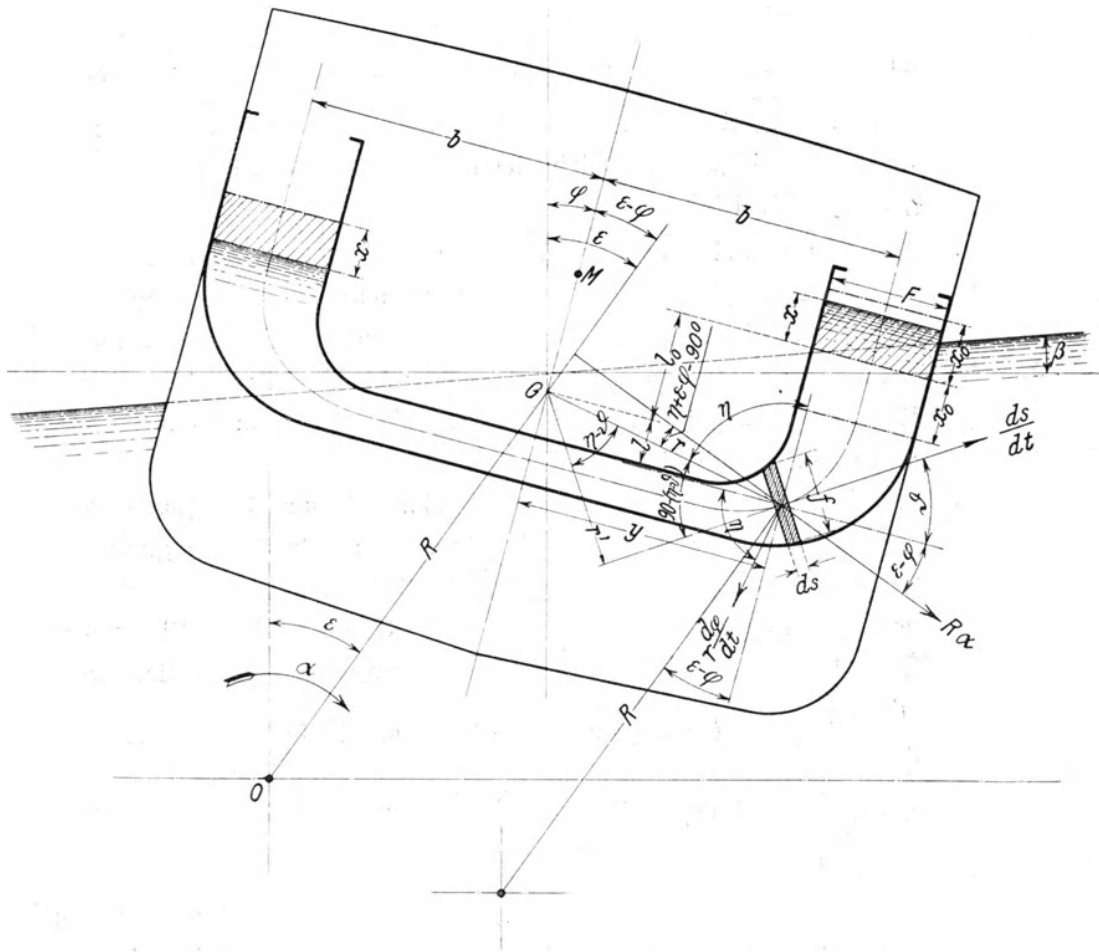


Abb. 3.

Unter dem Einfluß dieser Momente muß sich das Schiff im Gleichgewicht befinden, d. h. die Summe aller Momente muß gleich Null sein.



Wir erhalten so:

$$\begin{aligned}
 & - \overset{1}{\varphi} \frac{d^2 \varphi}{dt^2} - 2 \overset{2}{F} \frac{\gamma}{g} \cdot l_0 \cdot x^2 \frac{d^2 \varphi}{dt^2} - 4 \overset{3}{F} \frac{\gamma}{g} \cdot l_0 \cdot x \frac{dx}{dt} \frac{d\varphi}{dt} + \overset{4}{F} \frac{\gamma}{g} \frac{d^2 x}{dt^2} \int r' ds \\
 & - \overset{5}{R} \left( \frac{d\varepsilon}{dt} \right)^2 \frac{F\gamma}{g} \left[ 2bx \cos(\varepsilon - \varphi) - x^2 \sin(\varepsilon - \varphi) \right] - \overset{6}{R} \frac{d^2 \varepsilon}{dt^2} \frac{F\gamma}{g} \left[ x^2 \cos(\varepsilon - \varphi) + 2bx \sin(\varepsilon - \varphi) \right] \\
 & - \overset{7}{P} \overline{MG} \sin \varphi - \overset{8}{P} \overline{MG} \beta_0 \sin \varepsilon + \overset{9}{2} F \gamma \cdot bx \cos \varphi + \overset{10}{F} x^2 \gamma \sin \varphi = 0.
 \end{aligned}$$

Die Bedeutung der einzelnen Glieder ist die folgende: Es ist

1. das Moment der Zusatzkraft für die Drehung von Schiff und ruhend gedachtem Tankwasser um G mit der Winkelbeschleunigung  $\frac{d^2 \varphi}{dt^2}$ . Das Glied ist negativ, da die Zusatzkraft entgegengesetzt der Drehrichtung anzubringen ist, welche letztere, da im Uhrzeigersinn erfolgend, positiv ist;
2. das resultierende Moment der Zusatzkräfte für die gleiche Drehung des rechts überschießenden, links zurückgewichenen Tankwassers in den aufsteigenden Schenkeln (durch schräge Schraffierung gekennzeichnet). Wert und Vorzeichen des Gliedes ergeben sich durch einfache Betrachtung;
3. das Moment der zweiten Zusatzkraft (nach dem Satz von Coriolis), welches sich infolge der Relativbewegung des Tankwassers zum Schiff ergibt. (Vergl. z. B. Föppl, Vorlesungen über technische Mechanik, Bd. IV, S. 348.) Das Glied nebst Vorzeichen ergibt sich durch Ausführung der Integration von  $\int 2 \cdot \frac{dx}{dt} \cdot \frac{d\varphi}{dt} \cdot f \cdot ds \frac{\gamma}{g} \cdot r \sin(\eta - \vartheta)$  über die Länge des gefüllten Kanals, wobei das Produkt  $\frac{dx}{dt} \cdot \frac{d\varphi}{dt}$  als Vektorprodukt aufzufassen ist;
4. das Moment der Zusatzkraft für die Bewegung des Tankwassers im Kanal. Dasselbe ergibt sich zu  $\int \frac{ds \cdot f \cdot \gamma}{g} \cdot \frac{F}{f} \cdot \frac{d^2 x}{dt^2} \cdot r'$ , wie ohne weiteres aus der Abbildung ersichtlich. Das Vorzeichen ist positiv zu nehmen, da die Zusatzkraft

mit der Beschleunigung entgegengesetzter Richtung in Rechnung zu stellen ist;

5. das Moment der Zentrifugalkraft, welches die rechts überschießende, links zurückgewichene Tankwassermenge wegen der Translation mit dem Radius  $R$  und der Winkelgeschwindigkeit  $\frac{d\epsilon}{dt}$  ausübt. (Die Zentrifugalkraft für das Schiff und das in die Masse desselben mit eingerechnete, in seiner Ruhelage gedachte Tankwasser besitzt kein Moment in bezug auf  $G$ .) Aus der Abbildung entnehmen wir die Zentrifugalkraft des gesamten Wasserinhalts zu

$$\int R \left( \frac{d\epsilon}{dt} \right)^2 \cdot dm \cdot r \cdot \cos(\eta - \epsilon - \varphi - 90^\circ).$$

Hieraus durch einfache Umformung

$$\int R \left( \frac{d\epsilon}{dt} \right)^2 \cdot \frac{r}{g} \cdot \left\{ \cos(\epsilon - \varphi) \int f \cdot ds \cdot y + \sin(\epsilon - \varphi) \int f \cdot ds \cdot l \right\}.$$

Von den beiden Integralen verbleibt nach Abzug des in der Ruhelage befindlichen Tankwassers nur der Betrag  $2bx$  bzw.  $x^2$ , so daß sich der Wert von 5. nebst seinem Vorzeichen ergibt;

6. das resultierende Moment der Zusatzkräfte für die kreisförmige Translation mit dem Radius  $R$  und der Winkelbeschleunigung  $\frac{d^2\epsilon}{dt^2}$ , welches von dem rechts überschießenden, links zurückgewichenen Teil des Tankwassers hervorgebracht wird. (Die Zusatzkraft für das Schiff und das zur Masse desselben zu rechnende, in der Ruhelage gedachte Tankwasser übt kein Moment um  $G$  aus.) Aus der Abbildung ergibt sich für das gesamte Tankwasser diese Zusatzkraft zu

$$\int R \frac{d^2\epsilon}{dt^2} \cdot dm \cdot r \cdot \sin(\eta + \epsilon - \varphi - 90^\circ),$$

woraus durch Umformung

$$\int R \frac{d^2\epsilon}{dt^2} \cdot \frac{r}{g} \cdot \left\{ \cos(\epsilon - \varphi) \int f \cdot ds \cdot l - \sin(\epsilon - \varphi) \int f \cdot ds \cdot y \right\}$$

sich ergibt. Unter Abrechnung des in der Ruhelage befindlichen

Tankwassers verbleibt von den beiden Integralen nur der Wert  $F x^2$  bzw.  $F \cdot 2 b x$ , woraus sich der Wert für 6. und sein Vorzeichen ergibt;

7. das Moment des Auftriebes<sup>1)</sup>, negativ, da entgegen dem Uhrzeiger drehend;
8. das Moment der Wellenschräge<sup>1)</sup>, durch einfache Überlegung als negativ erkennbar.

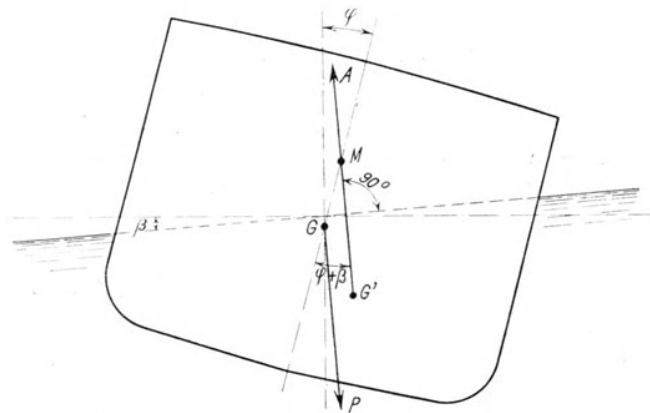


Abb. 4.

II. Das d'Alembertsche Prinzip angewendet auf die Bewegung der Elemente des Tankwassers. Die Zusatzkräfte und die äußeren Kräfte, welche auf das Element wirken, müssen sich das Gleichgewicht halten.

Diese Bedingung wird ausgesprochen durch die Gleichung:

<sup>1)</sup> Man bemerke unter Bezugnahme auf Abb. 4:

Das Moment des Auftriebes A ist

$$P \cdot \overline{MG} \sin(\varphi + \beta) = P \cdot \overline{MG} \cdot (\sin \varphi \cos \beta + \cos \varphi \sin \beta),$$

für kleine Winkel  $\beta$  und  $\varphi$

$$= P \cdot \overline{MG} \sin \varphi + P \cdot \overline{MG} \cdot \beta$$

und da  $\beta = \beta_0 \sin \alpha t$

$$= P \cdot \overline{MG} \sin \varphi + P \cdot \overline{MG} \cdot \beta_0 \cdot \sin \alpha t.$$

Beide Summanden haben also gleiches Vorzeichen. Vorstehender allgemein üblicher Ansatz ist insofern nur angenähert richtig, als der sowohl beim Gewicht, als auch bei der Auftriebskraft hinzukommende Anteil der Zentrifugalkraft vernachlässigt ist; derselbe ist nur bei der Richtung von P und A (senkrecht zur Wellenoberfläche) berücksichtigt.

$$\begin{aligned}
 & \frac{d^2 x}{dt^2} \cdot \frac{F \gamma}{g} \int \frac{ds}{f} + \frac{F \gamma}{g} \frac{d^2 \varphi}{dt^2} \int r' ds + 2 \cdot \frac{F \gamma}{g} \cdot l_0 \cdot x \left( \frac{d \varphi}{dt} \right)^2 \\
 & - R \cdot \frac{F \gamma}{g} \cdot \frac{d^2 \varepsilon}{dt^2} \left\{ 2 b \cdot \cos(\varepsilon - \varphi) - 2 x \sin(\varepsilon - \varphi) \right\} \\
 & + R \frac{F \gamma}{g} \cdot \left( \frac{d \varepsilon}{dt} \right)^2 \left\{ 2 b \cdot \sin(\varepsilon - \varphi) + 2 x \cos(\varepsilon - \varphi) \right\} - \int \mu \gamma \frac{dx}{dt} \cdot \frac{F^2}{f^2} \cdot ds \\
 & + 2 \cdot F \gamma \cdot b \cdot \sin \varphi - 2 F \gamma x \cos \varphi = 0 \dots \dots \dots \text{(II)}
 \end{aligned}$$

In dieser Gleichung bedeutet:

1. die Zusatzkraft für die Strömung des Tankwassers in Richtung der mittleren Stromlinie (auf welche alle in Gl. II vorkommenden Kräfte projiziert sind). Zu bemerken ist, daß die Beschleunigung in dieser Richtung  $\frac{d^2 s}{dt^2} = \frac{F}{f} \cdot \frac{d^2 x}{dt^2}$  noch mit dem Faktor  $\frac{F}{f}$  zu multiplizieren ist im Hinblick auf den Umstand, daß die Zusatzkraft — mit den folgenden — der Wassersäule vom Querschnitt F das Gleichgewicht hält. 1. ist negativ, da nach rechts gerichtet. Das Integral  $\int \frac{F}{f} \cdot ds$  ist die sogenannte reduzierte Tanklänge  $2L'$ ;
2. die Zusatzkraft für die Drehung des Tanks um G. Aus der Abbildung findet sich hierfür der Wert

$$\int r \cdot \frac{d^2 \varphi}{dt^2} \cos(\eta - \vartheta) \frac{F}{f} \cdot f ds \cdot \frac{\gamma}{g},$$

woraus ohne weiteres der Ausdruck 2. hervorgeht.  $\int r' ds$  ist eine Konstante des Kanals. Vorzeichen dem von 1. entgegengesetzt;

3. die Zentrifugalkraft des Tankwassers wegen der Drehung des Tanks um G. Aus der Abbildung ergibt sich

$$\int \frac{ds}{f} \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{F}{f} \cdot r \left( \frac{d \varphi}{dt} \right)^2 \sin(\eta - \vartheta),$$

woraus 
$$\frac{F \cdot \gamma}{g} \left( \frac{d \varphi}{dt} \right)^2 \cdot \left( \int y ds \cos \vartheta - \int l ds \sin \vartheta \right),$$

woraus durch einfache Überlegung sich 3. errechnen läßt. Vorzeichen positiv, da die Zentrifugalkraft des Elementes nach rechts gerichtet ist;

4. die Zusatzkraft für die kreisförmige Translation des Tankwassers mit dem Radius  $R$  und der (zunächst nicht konstant angenommenen) Winkelgeschwindigkeit  $\frac{d\epsilon}{dt}$ . Aus der Abbildung finden wir diese Zusatzkraft in Richtung der mittleren Stromlinie als

$$\int R \cdot \frac{F}{f} \cdot f \frac{ds}{g} \cdot \gamma \cdot \frac{d^2\epsilon}{dt^2} \cos(\epsilon - \varphi + \vartheta),$$

woraus durch einfache Umformung

$$R \cdot \frac{F\gamma}{g} \cdot \frac{d^2\epsilon}{dt^2} \left\{ \cos(\epsilon - \varphi) \int ds \cos \vartheta - \sin(\epsilon - \varphi) \int ds \sin \vartheta \right\},$$

welcher Ausdruck unter Auswertung der Integrale in 4. übergeht. Vorzeichen negativ, da die Zusatzkraft der Bewegungsrichtung entgegengesetzt gerichtet ist;

5. die Zentrifugalkraft des Tankwassers aus vorstehender kreisförmiger Translation. Aus der Abbildung:

$$\int R \frac{F}{f} \cdot f ds \frac{\gamma}{g} \cdot \left( \frac{d\epsilon}{dt} \right)^2 \sin(\epsilon - \varphi + \vartheta),$$

woraus durch analoge Umformung wie zu 4. sich 5. ergibt. Vorzeichen positiv, da die Zentrifugalkraft nach rechts gerichtet;

6. die Reibungskraft, welche infolge der Betätigung der Schwingungsdämpfung des Tankwassers auftritt. Wir setzen dieselbe, wie dies bei derartigen Problemen üblich, proportional der Strömungsgeschwindigkeit  $\frac{ds}{dt} = \frac{F}{f} \cdot \frac{dx}{dt}$ , dem spezifischen Gewicht  $\gamma$  und dem

Längenelement des Kanals. Hierzu tritt wieder der zu 1. erläuterte Faktor  $\frac{F}{f}$ . Durch Integration über die Kanallänge ergibt sich so dann ohne weiteres der Ausdruck 6., der negativ zu nehmen ist, da die Reibungskraft der Bewegung entgegenwirkt;

7. und 8. die Gewichtswirkung des Tankwassers infolge des ungleich hohen Wasserstandes in den Seitenschenkeln. Die Komponente des Gewichtes in Richtung der mittleren Stromlinie, integriert über die Länge des gefüllten Kanals, ist  $\int f \cdot \gamma ds \sin(\varphi - \vartheta) \frac{F}{f}$ ,

wobei der Faktor  $\frac{F}{f}$  wieder, wie bei allen Gliedern, wegen der Reduktion auf den gleichen Querschnitt —  $F$  — einzuführen ist. Die Auswertung des Integrals ergibt die Glieder 7 und 8, von welchen das Glied mit  $b$  positiv, das mit  $x$  negativ wird, wie auch der Bedeutung beider Glieder entspricht.

III. Der Flächensatz in bezug auf O (den Mittelpunkt des Kreises, welchen der Schwerpunkt G des Schiffes bei der Wellenbewegung beschreibt).

Derselbe besagt: Die Änderungsgeschwindigkeit des Dralles des gesamten Systems ist gleich dem Drehmoment der äußeren Kräfte. Als Momentenpunkt ist O gewählt.

Der Drall  $\mathfrak{B}$  des gesamten Systems setzt sich zusammen aus demjenigen

1. des gesamten Schiffes einschließlich des in Ruhelage befindlichen Tankwassers infolge der kreisförmigen Translation (Radius R)

$$\mathfrak{B}_1 = \frac{P}{g} \cdot R^2 \cdot \frac{d\varepsilon}{dt};$$

2. desselben infolge der Drehung um  $\varphi$ .

$$\mathfrak{B}_2 = \Theta \frac{d\varphi}{dt}.$$

Da der Schwerpunkt als Drehpunkt angenommen, ist der Drall in bezug auf O der gleiche wie in bezug auf G;

3. des ausgeschwungenen Tankwassers rechts abzüglich dem des zurückgewichenen Tankwassers links infolge der kreisförmigen Translation

$$= \frac{F\gamma}{g} x R \frac{d\varepsilon}{dt} \left\{ \left[ R + b \sin(\varepsilon - \varphi) + \left( l_0 + \frac{x}{2} \right) \cos(\varepsilon - \varphi) \right] - \left[ R - b \sin(\varepsilon - \varphi) + \left( l_0 - \frac{x}{2} \right) \cos(\varepsilon - \varphi) \right] \right\}$$

woraus

$$\mathfrak{B}_3 = \frac{F\gamma}{g} x \cdot R \frac{d\varepsilon}{dt} \left[ 2b \cdot \sin(\varepsilon - \varphi) + x \cos(\varepsilon - \varphi) \right];$$

4. desselben infolge der Drehung um  $\varphi$ :

$$\mathfrak{B}_4 = \frac{F\gamma}{g} x \frac{d\varphi}{dt} \left[ 2l_0 \cdot x + 2b R \sin(\varepsilon - \varphi) + x R \cos(\varepsilon - \varphi) \right].$$

wie sich durch Aufsuchung der Abstände der Umfangsgeschwindigkeit von O für die Schwerpunkte der beiden Wasserquanten und durch einfache Umformung ergibt;

5. des gesamten Tankwassers wegen der Strömungsgeschwindigkeit  $\frac{ds}{dt}$  im mittleren Stromfaden

$$= \int_f \frac{ds}{f} \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{F}{f} \cdot \frac{dx}{dt} \cdot \left[ R \cos(\varepsilon + \vartheta - \varphi) - r \cos(\eta - \vartheta) \right],$$

woraus durch Auflösung und Substitution von  $r \cos \eta = l$  und

$$r \cdot \sin \eta = y$$

$$F \frac{dx}{dt} \frac{\gamma}{g} \left[ R \cos(\varepsilon - \varphi) \cdot \int ds \cos \vartheta - R \sin(\varepsilon - \varphi) \cdot \int ds \cdot \sin \vartheta - \int ds \cdot l \cos \vartheta - \int ds \cdot y \sin \vartheta \right],$$

also

$$\mathfrak{B}_5 = F \frac{dx}{dt} \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot \left[ R \cos(\varepsilon - \varphi) \cdot 2b - R \sin(\varepsilon - \varphi) \cdot 2x - \int r' ds \right].$$

Der Flächensatz läßt sich nunmehr anschreiben in Form der Gleichung

$$\begin{aligned} \frac{d\mathfrak{B}}{dt} &= \frac{d(\mathfrak{B}_1 + \mathfrak{B}_2 + \mathfrak{B}_3 + \mathfrak{B}_4 + \mathfrak{B}_5)}{dt} \\ &= -P \cdot \bar{M} \bar{G} \sin \varphi - P \cdot M \bar{G} \beta_0 \sin \varepsilon + 2F \gamma b x \cos \varphi + F x^2 \gamma \sin \varphi \quad \dots \quad (\text{IIIa}) \end{aligned}$$

wobei die rechte Seite das Moment der äußeren Kräfte darstellt, welches genau denselben Wert besitzt, wie in Gl. I. Eine einfache Überlegung zeigt, daß diese Übereinstimmung besteht, trotzdem in letzterem Fall nicht O, sondern G als Momentpunkt gewählt ist.

Die Differentiation von  $\mathfrak{B}$  nach der Zeit ergibt einen etwas komplizierten Ausdruck von vielen Gliedern. Von diesen heben sich einige ohne weiteres weg; ferner sind in demselben die ersten 6 Glieder von Gl. I enthalten, welche sich gegen die rechte Seite von Gl. III a wegheben. Beachtet man dies, so bleibt von Gl. III a nur noch folgende Beziehung bestehen:

$$\begin{aligned} & 2 \frac{F \gamma}{g} b R \frac{dx}{dt} \frac{d\varepsilon}{dt} \sin(\varepsilon - \varphi) + 4 \frac{F \gamma}{g} b R \frac{dx}{dt} \frac{d\varphi}{dt} \sin(\varepsilon - \varphi) + 4 \frac{F \gamma}{g} R x \frac{dx}{dt} \frac{d\varphi}{dt} \cos(\varepsilon - \varphi) \\ & + 2 \frac{F \gamma}{g} b \cdot R \frac{d^2 \varphi}{dt^2} x \sin(\varepsilon - \varphi) + \frac{F \gamma}{g} R \frac{d^2 \varphi}{dt^2} x^2 \cos(\varepsilon - \varphi) - 2 \frac{F \gamma}{g} b R \left( \frac{d\varphi}{dt} \right)^2 x \cos(\varepsilon - \varphi) \\ & + \frac{F \gamma}{g} R \left( \frac{d\varphi}{dt} \right)^2 x^2 \sin(\varepsilon - \varphi) + 2 \frac{F \gamma}{g} b \cdot R \frac{d^2 x}{dt^2} \cos(\varepsilon - \varphi) - 2 \frac{F \gamma}{g} R \frac{d^2 x}{dt^2} x \sin(\varepsilon - \varphi) \\ & - 2 \frac{F \gamma}{g} R \left( \frac{dx}{dt} \right)^2 \sin(\varepsilon - \varphi) - \frac{d^2 x}{dt^2} \int ds r' + \frac{P}{g} \cdot R^2 \cdot \frac{d^2 \varepsilon}{dt^2} = 0 \quad \dots \quad (\text{III}^1) \end{aligned}$$

In Gleichung III sind in allen praktisch interessierenden Fällen alle Glieder im Vergleich zu dem im letzten enthaltenen Faktor  $\frac{P}{g}$  sehr klein, wie aus der beigefügten Tabelle hervorgeht. Diese enthält Zahlenwerte für die

<sup>1)</sup> Die Richtigkeit des Ansatzes und der Rechnung ist durch eine auf Grund des Prinzips der Erhaltung der Energie von Herrn Oberingenieur Wälde, welchem ich auch bei dieser Arbeit viele wertvolle Anregungen verdanke, getrennt hiervon durchgeführte Bearbeitung kontrolliert worden.

T a b e l l e.

	Kleine Jacht	Fracht- und Passagierdampfer
Deplacement . . . . .	P 615 000	12 000 000 kg
Metazentrische Höhe . . . . .	MG 0,7	1,25 m
Trägheitsmoment . . . . .	$\Theta$ 456 000	60 000 000 m kg sk <sup>2</sup>
Tankquerschnitt . . . . .	F 4,5	58,5 m <sup>2</sup>
Halbe Tankbreite . . . . .	b 3,14	8,0 m
Steighöhe . . . . .	$x_0$ 0,9	1,0 m
Wellenschräge . . . . .	$\beta_0$ 3,4	3,6 °
Kritische Wellenfrequenz		
$\alpha = \xi = \frac{dx}{dt} = \sqrt{\frac{P \cdot MG}{\Theta}}$ . . . . .	0,97	0,5
Höchstwert v. $\frac{dx}{dt} = x_0 \cdot \xi$ . . . . .	0,875	0,5
" " $\frac{d^2x}{dt^2} = x_0 \cdot \xi^2$ . . . . .	0,85	0,25
" " $\frac{d\varphi}{dt}$ für $\varphi_0 = 10^\circ = 10 \frac{\pi}{180} \xi$ . . . . .	0,1695	0,0873
" " $\frac{d^2\varphi}{dt^2} = 10 \frac{\pi}{180} \cdot \xi^2$ . . . . .	0,164	0,0437
Höchstwert von		
$2 F \frac{\gamma}{g} b \cdot \frac{dx}{dt} \cdot \frac{d\xi}{dt}$ . . . . .	2 445	23 850
" " $4 F \frac{\gamma}{g} b \cdot \frac{dx}{dt} \cdot \frac{d\varphi}{dt}$ . . . . .	855	8 330
" " $4 F \frac{\gamma}{g} x \cdot \frac{dx}{dt} \cdot \frac{d\varphi}{dt}$ . . . . .	245	1 040
" " $2 F \frac{\gamma}{g} b x \cdot \frac{d^2\varphi}{dt^2}$ . . . . .	425	4 170
" " $F \frac{\gamma}{g} x^2 \cdot \frac{d^2\varphi}{dt^2}$ . . . . .	61	260
" " $2 F \frac{\gamma}{g} b \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 x$ . . . . .	75	727
" " $F \frac{\gamma}{g} x^2 \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2$ . . . . .	11	45
" " $2 F \frac{\gamma}{g} b \frac{d^2x}{dt^2}$ . . . . .	2 420	23 850
" " $2 F \frac{\gamma}{g} x \frac{d^2x}{dt^2}$ . . . . .	694	2 980
" " $2 F \frac{\gamma}{g} \left(\frac{dx}{dt}\right)^2$ . . . . .	703	2 985
$\frac{P}{g}$ . . . . .	62 600	1 220 000



einzelnen Summanden unserer Gleichung unter Zugrundelegung der für ganz verschiedene Schiffstypen — Fracht- und Passagierdampfer bzw. eine kleine schnelle Yacht — in Betracht kommenden Größen. Denken wir uns daher alle Summanden bis auf den letzten auf die rechte Seite gesetzt und mit dem sehr großen Faktor  $\frac{P}{g}$  sowie mit  $R$  dividiert, so ergibt sich für  $R \frac{d^2\epsilon}{dt^2}$  ein sehr kleiner Wert, d. h. die Umfangsgeschwindigkeit der kreisförmigen Translationsbewegung kann als konstant angenommen werden. Dies ist um so mehr der Fall, als sich einer Bewegung des Schiffes im Kreise mit variabler Umfangsgeschwindigkeit starke Dämpfungskräfte entgegenstellen würden, welche im Ansatz für Gleichung III noch gar nicht berücksichtigt worden sind<sup>1)</sup>.

In dem Gang unserer Untersuchungen hat also die Aufstellung von Gleichung III kein anderes Resultat erbracht als den Nachweis der Berechtigung, die Umfangsgeschwindigkeit der kreisförmigen Translation konstant anzunehmen und in Gleichung I und II die Glieder mit  $R \frac{d^2\epsilon}{dt^2}$  zu vernachlässigen.

Wir kehren also zu Gleichung I und II zurück und suchen die Lösung derselben, indem wir gewisse vereinfachende, praktisch begründete Annahmen zu Hilfe nehmen.

Zunächst verschwinden die Glieder mit  $R \frac{d^2\epsilon}{dt^2}$ . Sodann setzen wir, da der Ausschlag  $\varphi$  nur verhältnismäßig klein,  $\cos\varphi = 1$  und  $\sin\varphi = \varphi$ . Wir vernachlässigen ferner die Glieder, in welchen die kleine Geschwindigkeit  $\frac{d\varphi}{dt}$  im Quadrat bzw. als Faktor von  $\frac{dx}{dt}$  erscheint. Ferner gestatten wir uns, in den Gliedern mit  $\left(\frac{d\epsilon}{dt}\right)^2$  die Summanden mit  $x^2$  gegenüber denen mit

<sup>1)</sup> Es kann mit Recht die Frage aufgeworfen werden, warum denn nicht der Nachweis, daß der Radius der Translationsbewegung  $R$  konstant angenommen werden darf, als ebenso wichtig erachtet wurde als derjenige für die Konstanz der Winkelgeschwindigkeit  $\frac{d\epsilon}{dt}$ . Abgesehen davon, daß die Dämpfung durch den Widerstand des umgebenden Wassers eine Abweichung von der durch die Wellenbewegung vorgeschriebenen kreisförmigen Translation verhindert, kann man schon aus dem Verhältnis zwischen Masse des Schiffes und des wirksamen Tankwassers darauf schließen, daß eine merkliche Variation von  $R$  ausgeschlossen ist. Ich habe daher geglaubt, von der recht umständlichen Durchführung der Rechnung für variablen Radius der Translation absehen zu dürfen.

$b x$  und diejenigen mit  $x$  gegenüber denen mit  $b$  zu vernachlässigen, wodurch kein Fehler von solcher Tragweite entstehen kann, daß das Resultat ein irreführendes wird. Endlich soll, wie dies den durchschnittlichen Verhältnissen bei ausgeführten Anlagen entspricht, bei denen der Tank bald oberhalb, bald unterhalb des Schiffsschwerpunktes untergebracht ist, im Interesse der Übersichtlichkeit der Faktor  $\int r' ds$  gleich null gesetzt werden.

Unter diesen Annahmen bleibt nur noch in Gleichung I das die Integration äußerst erschwerende Glied  $R \left( \frac{d\varepsilon}{dt} \right)^2 \cdot \frac{F \gamma}{g} \cdot 2 b x \cos (\varepsilon - \varphi)$  näher zu untersuchen.

Vergleichen wir dasselbe mit dem ebenfalls den Faktor  $2 F \gamma b x$  enthaltenden Glied 9 in derselben Gleichung, so erscheint eine Unterdrückung dieses störenden Summanden nur dann gerechtfertigt, wenn der verbleibende Faktor  $R \left( \frac{d\varepsilon}{dt} \right)^2 \frac{1}{g}$  einen im Vergleich zu 1 geringen Wert besitzt. Die Winkelgeschwindigkeit des Rollkreises der Trochoidenwelle ist, wie bekannt,  $\frac{d\varepsilon}{dt} = \sqrt{\frac{2\pi g}{\lambda}}$ , und der Radius ist gleich der halben Wellenhöhe  $h$ ,  $R = \frac{h}{2}$ . Hiermit ergibt sich  $R \left( \frac{d\varepsilon}{dt} \right)^2 \frac{1}{g} = \frac{h}{\lambda} \pi$ . Der Höchstwert des Verhältnisses von Wellenhöhe zu Wellenlänge, der bei sehr hoher See beobachtet wird<sup>1)</sup>, kann etwa zu  $\frac{h}{\lambda} = 0,0524$  angenommen werden. Demnach wird der größte zu erwartende Wert des Faktors etwa  $0,0524 \pi = 0,165$  sein. Seine Vernachlässigung gegen 1 erscheint also in jedem Falle gerechtfertigt, und wir streichen also den ganzen Summanden 5 in Gleichung I.

Es reduzieren sich also die Bewegungsgleichungen des Systems auf die beiden Differentialgleichungen:

$$-\frac{d^2 \varphi}{dt^2} \cdot \Theta - P \cdot \overline{MG} \cdot \varphi + 2 F \gamma b x - P \overline{MG} \cdot \beta_0 \sin \alpha t = 0 \quad (\text{IV})$$

$$-\frac{d^2 x}{dt^2} \cdot 2 \frac{F \gamma}{g} \cdot L' - 2 \gamma F x - 2 \frac{\gamma}{g} \cdot F \frac{dx}{dt} + 2 \gamma F b \varphi - 2 \frac{\gamma}{g} F b \cdot R \alpha^2 \cdot \sin \alpha t = 0, \quad (\text{V})$$

wobei statt der Winkelgeschwindigkeit  $\frac{d\varepsilon}{dt}$  die konstante Größe  $\alpha$ , statt des

<sup>1)</sup> Vgl. Johow-Krieger, Hilfsbuch für den Schiffbau, III. Aufl., S. 437.

$\int \frac{ds}{f}$  die doppelte sogenannte reduzierte Kanallänge  $2L'$ <sup>1)</sup> dividiert durch den Querschnitt  $F$  und statt des Integrals  $\int \frac{F}{f} \cdot \frac{\mu}{f} \cdot ds$  kurz  $\frac{2}{\rho}$  gesetzt ist.

#### Lösung der Gleichungen IV und V.

Durch zweimaliges Differenzieren nach  $t$  und gleichzeitige Elimination der Ableitungen von  $x$  erhält man eine Differentialgleichung vierter Ordnung, welche nur  $\varphi$  und seine Ableitungen enthält; sie lautet

$$\begin{aligned} \frac{d^4 \varphi}{dt^4} \cdot \frac{\Theta \cdot L'}{b g} + \frac{d^3 \varphi}{dt^3} \cdot \frac{\Theta}{b \rho} + \frac{d^2 \varphi}{dt^2} \left( \frac{P \cdot \text{MG} L'}{b g} + \frac{\Theta}{b} \right) + \frac{d \varphi}{dt} \frac{P \cdot \text{MG}}{b \rho} + \varphi \left( \frac{P \cdot \text{MG}}{b} - 2 \gamma F b \right) \\ = \left( \frac{P \cdot \text{MG}}{b} \cdot \beta_0 - \frac{P \cdot \text{MG} L' \beta_0 \alpha^2}{b g} - 2 \gamma F b R \alpha^2 \right) \sin \alpha t + \frac{P \cdot \text{MG} \beta_0 \alpha}{\rho \beta} \cos \alpha t \end{aligned}$$

Es ist dies die typische Differentialgleichung für die gedämpfte Schwingung eines Doppelpendels unter dem Einfluß einer Zwangskraft, deren allgemeine Lösung, wie bekannt, zwei übereinander gelagerte gedämpfte Sinusschwingungen, vereint mit einer einfachen Sinusschwingung, ergibt. Uns interessiert im vorliegenden Fall nur die letztere; denn die beiden ersteren Schwingungen klingen sehr bald ab, so daß nur die erzwungene Schwingung bestehen bleibt, und das Verhalten des Schiffes unter dem Einfluß dieser ist es, welches wir untersuchen wollen.

Wir schreiben also Gleichung VI zunächst in der Form

$$\frac{d^4 \varphi}{dt^4} + a_1 \frac{d^3 \varphi}{dt^3} + a_2 \frac{d^2 \varphi}{dt^2} + a_3 \frac{d \varphi}{dt} + a_4 \varphi = a_5 \beta_0 \sin \alpha t + a_6 \beta_0 \cos \alpha t \quad \text{(VII)}$$

wobei

$$\begin{aligned} a_1 = \frac{g}{L' \rho} = \frac{\omega^2}{\rho}; \quad a_2 = \xi^2 + \omega^2; \quad a_3 = \xi^2 \cdot a_1; \quad a_4 = \xi^2 \omega^2 - \frac{2 \gamma F b^2}{\Theta} \omega^2; \\ a_5 = \xi^2 \cdot \left[ \omega^2 - \alpha^2 \left( 1 + \frac{2 \gamma F b^2}{P \cdot \text{MG}} \cdot \frac{R}{L' \beta_0} \right) \right]; \quad a_6 = \xi^2 \omega^2 \frac{\alpha}{\rho} \end{aligned}$$

ist.

Die partikuläre Lösung der Gleichung VII, welche die übrigbleibende erzwungene Schwingung darstellt, hat, wie bekannt, die Form

$$\varphi = C \sin \alpha t + D \cos \alpha t \quad \dots \quad \text{(VIII)}$$

Durch Bildung der Ableitungen nach  $t$  und unter Beachtung, daß sowohl die Glieder mit  $\sin \alpha t$  als auch diejenigen mit  $\cos \alpha t$  für sich allein die Gleichung erfüllen müssen, ergeben sich die beiden Gleichungen

$$\left. \begin{aligned} C \alpha^4 + D a_1 \alpha^3 - C a_2 \alpha^2 - D a_3 \alpha + C a_4 &= a_5 \beta_0 \\ D \alpha^4 + C a_1 \alpha^3 - D a_2 \alpha^2 + C a_3 \alpha + D a_4 &= a_6 \beta_0 \end{aligned} \right\} \quad \text{(IX)}$$

<sup>1)</sup> Vgl. Frahm, wie oben.

Man kann Gleichung VIII auch in der Form schreiben:

$$\varphi = S \cdot \sin(\alpha t + \zeta),$$

wobei S die Amplitude,  $\zeta$  der Phasenwinkel der Schwingung, und zwar

$S = \sqrt{C^2 + D^2}$ ;  $\operatorname{tg} \zeta = \frac{D}{C}$  ist. Die Amplitude S ergibt sich dann nach Ermittlung von C und D aus Gl. IX zu

$$S = \sqrt{C^2 + D^2} = \sqrt{\frac{a_5^2 + a_6^2}{(\alpha^4 - a_2 \alpha^2 + a_4)^2 + (a_1 \alpha^3 - a_3 \alpha)^2} \cdot \beta_0} \\ = \xi^2 \cdot \beta_0 \left\{ \sqrt{\frac{\left[ \omega^2 - \alpha^2 \left( 1 + \frac{2 \gamma F b^2 R}{P M G L' \beta_0} \right) \right]^2 + \left[ \omega^2 \frac{\alpha}{\varrho} \right]^2}{\left[ (\alpha^2 - \omega^2) \cdot (\alpha^2 - \xi^2) - \frac{2 \gamma F b^2}{\Theta} \omega^2 \right]^2 + \left[ \frac{\alpha}{\varrho} \omega^2 (\alpha^2 - \xi^2) \right]^2}} \right\} \quad (X)$$

Führt man statt des Radius R die Wellenlänge  $\lambda$  ein, indem man sich der Beziehung (vgl. Abb. 5)

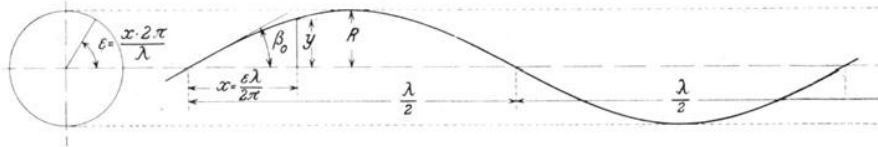


Abb. 5.

$$y = R \sin \frac{x \cdot 2\pi}{\lambda} \quad \text{und} \quad \beta = \frac{dy}{dx} = R \cdot \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \cos \frac{x \cdot 2\pi}{\lambda}$$

erinnert, woraus für den Maximalwert  $\beta_0$  sich  $\beta_0 = R \cdot \frac{2\pi}{\lambda}$  ergibt, so erhält man für die Amplitude des Schiffsausschlages

$$S = \xi^2 \beta_0 \left\{ \sqrt{\frac{\left[ \omega^2 - \alpha^2 \left( 1 + \frac{2 \gamma F b^2}{\Theta} \cdot \frac{\omega^2}{\xi^2} \cdot \frac{\lambda}{2 \pi g} \right) \right]^2 + \left[ \omega^2 \frac{\alpha}{\varrho} \right]^2}{\left[ \alpha^2 - \omega^2 \right] \cdot (\alpha^2 - \xi^2) - \frac{2 \gamma F b^2}{\Theta} \omega^2 \right]^2 + \left[ \frac{\alpha}{\varrho} \omega^2 (\alpha^2 - \xi^2) \right]^2}} \right\} \quad (XI)$$

Setzen wir in Gl. X und XI die Größen R bzw.  $\lambda$  gleich 0, was auf dasselbe hinausläuft, wie wenn die kreisförmige Translation überhaupt keine Berücksichtigung gefunden hätte, so erhalten wir die Amplitude für den Schiffsausschlag, welche sich bei der in üblicher Weise durchgeführten Rechnung, ohne Rücksichtnahme auf die Translationsbewegung, ergibt, d. h. der Klammerwert, welcher im Zähler als Faktor von  $\alpha^2$  auftritt, wird zu 1.

Die Abweichung des Klammerwertes

$$1 + \frac{2 \gamma F b^2}{\Theta} \cdot \frac{\omega^2}{\xi^2} \cdot \frac{\lambda}{2 \pi g}$$

von 1 ist also ein Maßstab für den Einfluß der letzteren auf die Schwingungsbewegung des Schiffes.

Je größer die Länge  $\lambda$  der Wellen, auf denen das Schiff fährt, und je größer der Tank ( $F b^2$ ) im Verhältnis zum Trägheitsmoment des Schiffes ist, desto größer wird der Einfluß der kreisförmigen Translationsbewegung im allgemeinen sein.

Um bei dämpfungsfreiem Arbeiten des Schlingertanks die Amplitude des Schiffes zu null zu machen, muß also nicht, wie üblich, der Tank so dimensioniert werden, daß  $\omega^2 = \alpha^2$  wird, sondern derselbe muß so bemessen werden, daß das Quadrat seiner Eigenschwingungszahl die Gleichung

$$\omega^2 = \alpha^2 \left( 1 + \frac{2 \gamma F b^2}{\omega} \cdot \frac{\omega^2}{\xi^2} \cdot \frac{\lambda}{2 \pi g} \right) \dots \dots \dots \quad (\text{XII})$$

erfüllt, oder daß der Faktor  $\frac{\omega}{\alpha}$  nicht = 1, sondern

$$\frac{\omega}{\alpha} = \frac{1}{\sqrt{1 - \gamma \frac{F b^2}{\omega} \left( \frac{\alpha}{\xi} \right)^2 \cdot \frac{\lambda}{\pi g}}} \dots \dots \dots \quad (\text{XIII})$$

wird.

In unserem Zahlenbeispiel für das 12 000-t-Schiff wird für den hauptsächlich interessierenden Fall der Resonanz von erregender Welle und Eigenschwingungszahl des Schiffes,  $\alpha = \xi$ , der Wert

$$\frac{\omega}{\alpha} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{1000 \cdot 58,5 \cdot 64 \lambda}{9,81 \cdot 60 \cdot 10^6 \pi}}} \approx \frac{1}{\sqrt{1 - 0,002 \lambda}}$$

und für eine Welle von ca. 250 m Länge (entsprechend unserem Wert von  $\alpha$ , vgl. weiter unten)  $\frac{\omega}{\alpha} = 1,41$  statt 1.

Durch Umformung des Wurzelausdruckes im Nenner läßt sich der Wert für  $\frac{\omega}{\alpha}$  auf eine noch einfachere Form bringen, welche klar erkennen läßt, welche Umstände die Abweichung des Wertes  $\frac{\omega}{\alpha}$  von 1 eigentlich bedingen.

Nach den Gesetzen der Wellentheorie ist  $\alpha^2 = \frac{2 \pi g}{\lambda}$ , ferner ist im Falle der Resonanz zwischen Welle und Schiff, welcher am meisten interessiert.

$$\alpha^2 = \xi^2 = \frac{P \cdot M G}{\Theta},$$

woraus

$$\lambda = \frac{2 \pi g}{P M G} \cdot \Theta \dots \dots \dots \text{(XIV)}$$

Die Berechnung des Schlingertanks für den Fall  $\alpha = \xi = \omega$  ergibt unter den vereinfachenden Annahmen, welche oben (vgl. S. 536) gemacht sind, in bekannter Weise<sup>1)</sup> (vgl. F r a h m . a . a . O . S. 351):

$$P M G \beta_0 = 2 \gamma F x_0 b \text{ oder } F b = \frac{P \cdot M G \cdot \beta_0}{2 \gamma x_0} \dots \dots \dots \text{(XV)}$$

Durch Einsetzen von Gl. XIV und XV in XIII ergibt sich nun unter Weghebung mehrerer Faktoren

$$\frac{\omega}{\alpha} = \frac{1}{\sqrt{1 - \beta_0 \frac{b}{x_0}}} \dots \dots \dots \text{(XVI)}$$

d. h. die Abweichung des Wertes  $\frac{\omega}{\alpha}$ , welche sich bei Berücksichtigung der kreisförmigen Translation für vollständiges Verschwinden des Schwingungsaus-  
schlages ( $S=0$ ) ergibt, von dem der Tankberechnung zugrunde liegenden Wert 1 ist außer von dem rechnungsmäßigen Wert der Wellenschräge nur abhängig von dem Verhältnis zwischen Kanalbreite und größtem rechnungsmäßigen vertikalen Ausschlag des Tankwassers.

Verzichtet man auf die Einführung dieser Rechnungswerte und setzt man nur Abmessungen von Schiff und Tank ein, so erhält man, wie ohne weiteres ersichtlich, statt Gl. XVI

$$\frac{\omega}{\alpha} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{2 F b^2 \gamma}{P M G}}} \dots \dots \dots \text{(XVII)}$$

Zurückgreifend auf Gl. XVI kann man durch graphische Darstellung des Zusammenhanges der Werte  $\frac{\omega}{\alpha}$  mit dem Quotienten  $\frac{b}{x_0}$  für verschiedene rechnungsmäßige Werte der größten Wellenschräge  $\beta_0$  ein übersichtliches

---

<sup>1)</sup> Die Gleichung spricht das Bestehen des Gleichgewichts zwischen dem statischen Moment der ausgeschwungenen Wassermasse  $2 F x_0 \gamma \cdot b$  und dem kippenden Moment der Welle aus.

Bild über die Abweichung des Wertes  $\frac{\omega}{\alpha}$  von dem der Tankberechnung zugrunde gelegten Wert  $\frac{\omega}{\alpha} = 1$  gewinnen. (Eine solche zeigt Abb. 6.) Für das Zahlenbeispiel des 12 000-t-Schiffes ergibt sich bei dem Rechnungswert

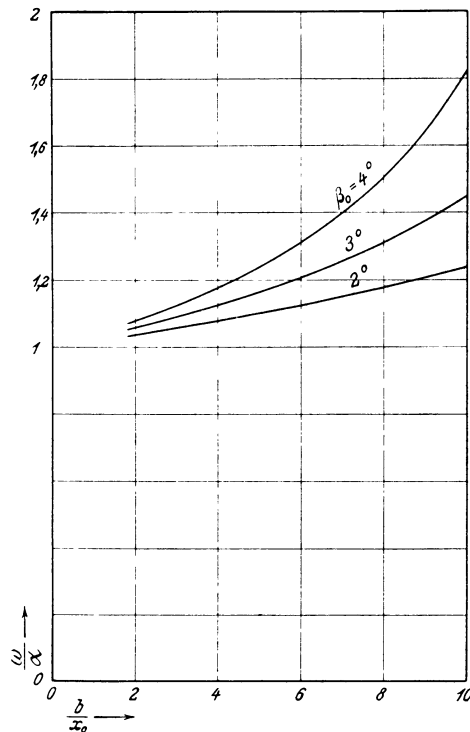


Abb. 6.

$\beta_0 = 3,6^\circ$  und dem rechnungsmäßigen Maximalausschlag  $x_0 = 1$  m (also  $\frac{b}{x_0} = 8$ ) ein Wert von  $\frac{\omega}{\alpha} = 1,41$ , wie oben berechnet. Diese Abweichung kann nicht als geringfügig bezeichnet werden; indessen kann derselben bei der Konstruktion des Tanks Rechnung getragen werden, indem man die Eigenschwingungszahl des Tankwassers  $\omega$  auf denjenigen Wert bringt, welcher erforderlich ist, um  $\frac{\omega}{\alpha}$  (in unserem Beispiel) zu 1,41 zu machen. Es ist also hiermit eine Korrektur für die Tankberechnung gefunden, welche sich in jedem einzelnen Fall mit Hilfe der Gleichungen XVI oder XVII leicht anbringen läßt.

Die Sache ändert sich jedoch in dem Augenblick, in welchem nicht parallel zu der Wellenerzeugenden, sondern schräg zu derselben gefahren

wird. In diesem Fall ergibt sich eine resultierende Frequenz  $\alpha'$  abweichend von der Frequenz  $\alpha$ , welche der Wellenlänge  $\lambda$  bei der Fahrt parallel zur Wellenerzeugenden entspricht, und zwar ist die Abweichung verschieden, je nachdem man mit größerer oder kleinerer Geschwindigkeit mehr oder weniger schräg zur Erzeugenden fährt. Zunächst würde hierdurch, solange die Wellenlänge  $\lambda$  sich nicht ändert, der Quotient  $\frac{\alpha'}{\alpha}$  einen von 1 abweichenden Wert erhalten, d. h. die Resonanz zwischen Welle und Schiff würde beseitigt und der Fall für die Schlingerdämpfung weniger interessieren. Ändert sich jedoch die Wellenlänge  $\lambda$  und damit auch deren Frequenz  $\alpha$ , so kann beim schrägen Kurs die resultierende Frequenz  $\alpha'$  den gleichen Wert

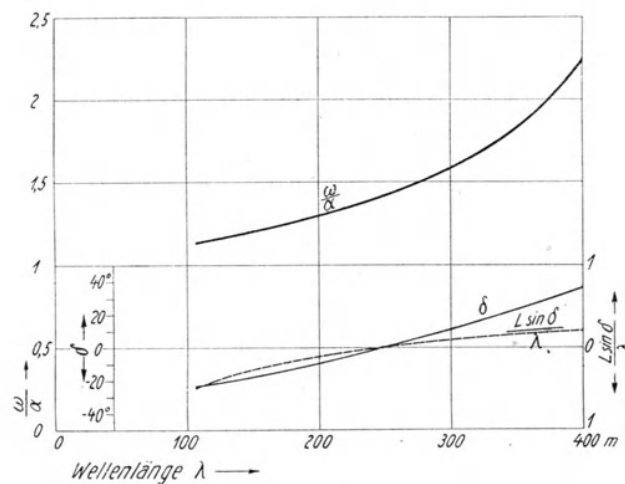


Abb. 7.

wie  $\xi$  annehmen. Es wird daher in diesem Falle bei ganz verschiedenen Wellenlängen (allerdings innerhalb gewisser Grenzen) Resonanz zwischen Schiff und Welle zustande kommen können. Demnach ist es nicht möglich, den Tank so zu dimensionieren, daß bei der Fahrt auf freiem Ozean, wo die Wellen je nach der Windrichtung unter ganz verschiedenen Winkeln den Kurs des Schiffes schneiden, die Amplitude des Schwingungsausschlages des Schiffes stets zu null wird. Letzteres kann vielmehr nur für einen der unendlich vielen denkbaren Fälle erzielt werden, in welchen bei der Fahrt schräg zu den Wellen  $\frac{\alpha'}{\alpha} = 1$  wird; nicht aber allgemein.

Hierüber gibt die Kurve Abb. 7 Aufschluß. In derselben sind für unser erstes Zahlenbeispiel (12 000-t-Schiff) über den Wellenlängen  $\lambda$  als Abszissen die für die Beseitigung des Schiffsausschlages nach Gl. XIII er-



forderlichen Werte  $\frac{\omega}{\alpha}$  aufgetragen. und zwar nur für denjenigen Bereich der Wellenlängen  $\lambda$ , innerhalb dessen unter Ansehung der relativen Lage des Schiffes zu den Wellen starke Einwirkungen des Seeganges zu befürchten sind. Die Grenze hierfür bildet der Fall, bei welchem der Winkel  $\delta$  (vgl. Abb. 8) so groß wird, daß die Wellen das Schiff zu sehr von vorn (oder

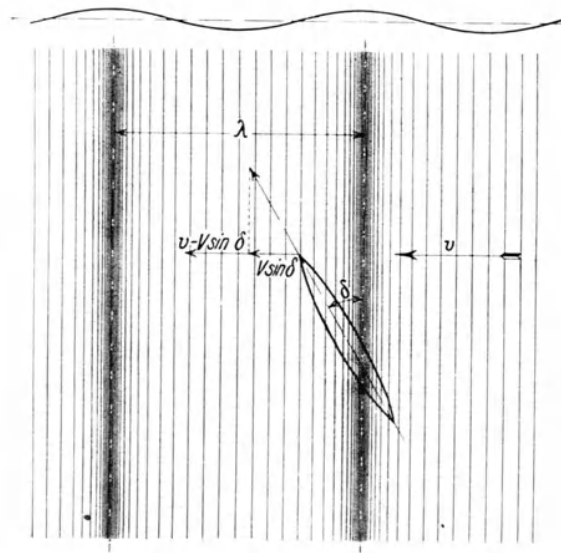


Abb. 8.

hinten) treffen, um dasselbe ins Rollen bringen zu können, oder bei welchem die Projektion des Schiffes auf die Richtung der Wellenfortpflanzung so groß wird, daß einander entgegengesetzte Phasen der Wellen auf dasselbe einwirken. Dementsprechend ist nur der Bereich der Werte  $\frac{\omega}{\alpha}$  in unserer Kurve Abb. 7 dargestellt, in welchem  $\delta$  keinen höheren Wert als ca.  $35^\circ$  und das Verhältnis der Projektion der Schiffslänge  $L$  auf die Fortpflanzungsrichtung der Welle zur Wellenlänge  $\frac{L \sin \delta}{\lambda}$  keinen größeren Wert als 0,5 annimmt.

Der Zusammenhang zwischen den Größen  $\lambda$  und  $\delta$  ergibt sich aus folgenden Überlegungen. Nach Abb. 8 erhält man die scheinbare Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Welle  $v'$  als die algebraische Summe aus der tatsächlichen Fortpflanzungsgeschwindigkeit  $v$  der Welle und der Geschwindigkeitskomponente des Schiffes in Richtung von  $v$  zu  $v \pm V \sin \delta$  je nach

der Fahrtrichtung. Die scheinbare Periode der Welle von der Länge  $\lambda$  und der Fortpflanzungsgeschwindigkeit  $v'$  ist dann

$$T' = \frac{2\pi}{\alpha'} = \frac{\lambda}{v'},$$

woraus die scheinbare Frequenz

$$\alpha' = \frac{2\pi \cdot v'}{\lambda} = \frac{2\pi (v \pm V \sin \delta)}{\lambda}.$$

In dieser Gleichung läßt sich  $v$  ebenfalls als Funktion der Wellenlänge ausdrücken, so daß

$$\alpha' = \frac{2\pi}{\lambda} \left( \sqrt{\frac{g}{\lambda}} \lambda \pm V \sin \delta \right) \dots \dots \dots \text{(XVIII)}$$

geschrieben werden kann.

Aus Gl. XVIII geht hervor, daß sich, wie oben erwähnt, bei entsprechend gewählten Werten von  $V$  und  $\delta$  bei ganz verschiedenen Wellenlängen  $\lambda$  ein Wert von  $\alpha'$  ergeben kann, welcher mit  $\xi$  übereinstimmt; allerdings sind durch die erreichbare Schiffsgeschwindigkeit bei Einhaltung nicht zu steiler Fahrt gegen die Wellen den in Betracht kommenden Werten von  $\lambda$  gewisse Grenzen gesetzt. Diese ergeben sich aus Gl. XVIII, indem man auf der linken Seite  $\alpha'$  durch  $\xi$  ersetzt und durch einfache Umformung  $\lambda$  ermittelt.

Man erhält so

$$\lambda = \frac{\pi g}{\xi^2} \cdot \left( 1 \pm \frac{2V \sin \delta}{g} \xi \pm \sqrt{1 \pm \frac{4V \sin \delta}{g} \xi} \right) \dots \dots \dots \text{(XIX)}$$

Bei unserem Zahlenbeispiel des 12 000-t-Dampfers sei als Maximalgeschwindigkeit  $V = 22^1)$  Knoten = 11.33 m/sec. angenommen. Dann ergibt sich als kleinste in Betracht zu ziehende Wellenlänge (wegen  $\frac{V \sin \delta}{\lambda} \leq 0,5$ )  $\lambda = 105$  m und als größte (wegen  $\delta \leq 35^\circ$ ) rund  $\lambda = 400$  m. Innerhalb dieses Bereiches der Wellenlänge schwankt der für die Beseitigung des Schiffsausschlages erforderliche Wert von  $\frac{\omega}{\alpha}$  zwischen 1,13 und 2,23.

Bei solchen Abweichungen ist eine Korrektur der Tankberechnung zwecks Berücksichtigung der kreisförmigen Translation schwer möglich, selbst wenn man zu dem Mittel greifen sollte, durch zuschaltbare, dem Tank

<sup>1)</sup> Es wird zugegeben, daß die Geschwindigkeit von 22 Knoten für Schiffe dieser Art etwas hoch gegriffen ist. Bei kleineren Geschwindigkeiten werden die Abweichungen der Werte  $\frac{\omega}{\alpha}$  untereinander geringer. Es gibt aber auch Schiffstypen, wo noch größere Abweichungen vorkommen.

parallel laufende Kammern eine willkürliche Veränderlichkeit der Eigenschwingungszahl desselben herbeizuführen.

Um sich ein Bild darüber zu machen, welchen Einfluß die Vernachlässigung der Translationsbewegung bei der Dimensionierung des Schlingertanks auf die Wirkungsweise desselben ausübt, ist es zweckmäßig, die Schwingungsamplituden des Schiffes, wie sie sich infolge der Translation bei einem Schiff ergeben, welches mit einem in üblicher Weise (ohne Berücksichtigung der Translation) berechneten Tank ausgerüstet ist, graphisch darzustellen.

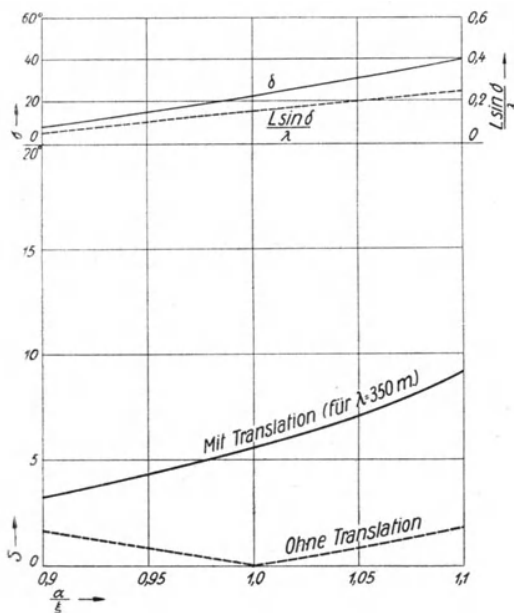


Abb. 9.

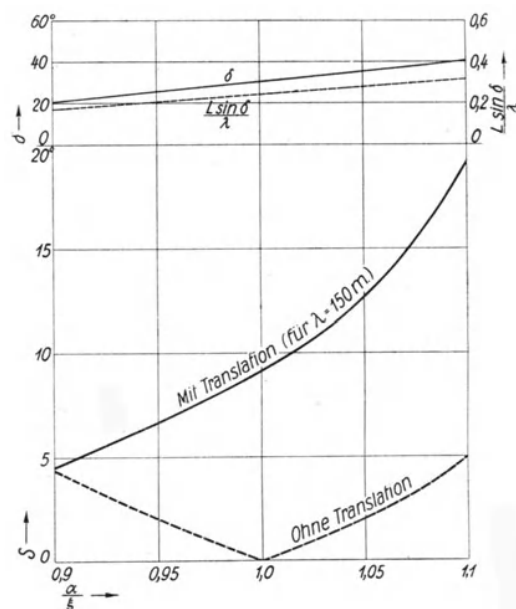


Abb. 10.

Dies ist in Abb. 9 und 10 für unsere beiden Zahlenbeispiele (12 000-t-Schiff und kleine Yacht von 30 Seemeilen Geschwindigkeit) geschehen, und zwar für eine maximale Schräge der erregenden Welle von  $\beta_0 = 4^\circ$ . Wir erkennen, daß im ersteren Falle (Abb. 9) für den Wert  $\frac{\alpha'}{\xi} = 1$ , also den Fall, in welchem nach der üblichen Berechnungsweise (also  $\omega = \alpha$ ) die Amplitude zu 0 wird, bei Fahrt in einem Wellenfeld beispielsweise von 350 m Wellenlänge eine Amplitude von ca.  $5,5^\circ$  eintritt, während in unserem zweiten Beispiel (Abb. 10) sich für den gleichen Punkt bei einer Wellenlänge von z. B. 150 m eine Amplitude von ca.  $9^\circ$  einstellt. Aus dem Verlauf der Kurven ergibt sich allerdings, daß die Amplitude auch unter Berücksichtigung der

Translation für einen bestimmten Wert  $\frac{\alpha'}{\xi}$  zu 0 werden kann. Dies würde also bedeuten, daß der ohne Berücksichtigung der Translation berechnete Schlingertank die beabsichtigte Wirkung bei einem erheblich kleineren Wert  $\frac{\alpha'}{\xi}$  erfüllt als bei der Berechnung angenommen. Über dieses Verhältnis kann man sich durch Weiterverfolgung der in Abb. 9 und 10 für einen engen Bereich von  $\frac{\alpha'}{\xi}$  dargestellten Kurven genau Rechenschaft geben.

Es darf aber nicht vergessen werden, daß der Wert von  $\frac{\alpha'}{\xi}$ , für welchen trotz der Vernachlässigung der Translation bei der Berechnung die Amplitude zu null wird, sich bei verschiedenen Wellenlängen ganz verschieden ergibt. in Übereinstimmung mit der bereits oben an Hand von Abb. 7 erläuterten Tatsache, daß eine auf völlige Beseitigung der Amplitude im Seegang von verschiedener Wellenlänge hinzielende Korrektur bei der Tankberechnung nicht möglich ist.

Das Resultat der angestellten Betrachtung läßt sich dahin zusammenfassen, daß der Einfluß der kreisförmigen Translation bei der Wellenbewegung auf Schiff und Tank bei der Fahrt in Wellenfeldern von wechselnder Richtung und Wellenlänge die Wirkung des wie üblich für den Fall der Resonanz zwischen Schiff und erregender Welle berechneten Tanks beeinträchtigt bzw. die Konstruktion eines Tanks, welcher in jedem Wellenfeld im Falle der Resonanz den Ausschlag zum Verschwinden bringt, unmöglich macht. Es weist also auch diese Betrachtung darauf hin, daß es, trotz der namentlich dem Frahm'schen Schlingertank zuzusprechenden, in mannigfacher Hinsicht vorzüglichen Eigenschaften wünschenswert ist, nach Schlingerdämpfungseinrichtungen Umschau zu halten, deren Wirkung nicht auf regelmäßig wiederkehrende gleichartige Wellenimpulse von einer bestimmten Periode gegründet ist, sondern welche derartig eingerichtet sind, daß sie die nach Größe, Periode und Richtung im Seegang unregelmäßig und mit plötzlichen Phasenverschiebungen auftretenden Impulse individuell bekämpfen können<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Derartige Einrichtungen, welche großen Erfolg versprechen, sind bereits auf Grund von Studien über die Wirkungsweise der bekannten Schlingerdämpfungseinrichtungen bei unregelmäßigen Impulsen, jedoch ohne Berücksichtigung der kreisförmigen Translationsbewegung der Wellen, von Herrn Regierungsbaumeister Fresenius vorgeschlagen worden. Derselbe wird voraussichtlich später an dieser Stelle hierüber berichten.

**Besichtigungen.**

## XVI. Das Kaiserliche Postscheckamt in Berlin.

Die ungeahnte Entwicklung des Postscheckverkehrs, der am 1. Januar 1909 ins Leben gerufen wurde, um den breiten Mittelklassen einen billigen und bequemen Weg für die Ausgleichung kleinerer Zahlungen zu schaffen, legt beredtes Zeugnis dafür ab, wie groß das Bedürfnis für die Einführung dieses jüngsten Betriebszweiges der Postverwaltung war. 181 300 Konten wurden Ende September 1917 bei den 10 Postscheckämtern des Reichs-Postgebiets — also die Postscheckämter in Bayern und Württemberg nicht mitgerechnet — geführt. Nicht weniger als 81 200 Konten sind allein während der ersten drei Kriegsjahre eröffnet worden. d. h. die Zahl der Konten hat sich trotz des Krieges annähernd verdoppelt. ein herrlicher Beweis für Deutschlands ungebrochene Wirtschaftskraft. 64 Milliarden Mark wurden im Jahre 1916 in 140 Millionen Buchungen umgesetzt, davon 43 Milliarden Mark oder 67 v. H. bargeldlos. Das auf den Konten angesammelte Guthaben betrug Ende 1916 465 Millionen Mark, die vorwiegend in Anleihen des Reichs — darunter Kriegsanleihen — und der deutschen Bundesstaaten sowie in leicht flüssig zu machenden Werten angelegt und somit der Allgemeinheit nutzbar gemacht werden konnten.

Einen recht bedeutenden Teil dieses gewaltigen Verkehrs hat das Postscheckamt in Berlin zu bewältigen, das mit einem Jahresumsatz (1916) von 20 Milliarden Mark und 39 Millionen Buchungen alle übrigen Postscheckämter bei weitem übertrifft, wenn es auch in der Zahl der Konten — 34 300 Ende September 1917 — dem Postscheckamt in Cöln etwas nachsteht. Zunächst war das Berliner Postscheckamt in dem reichseigenen Dienstgebäude Dorotheenstraße 18 untergebracht, in dem sich das Postamt 7 befindet. Bald reichten aber die ihm dort zugewiesenen Räume nicht mehr aus. Obwohl durch Hinzunahme von Dienstwohnräumen, Aufbau eines neuen Stockwerks und Verlegung einiger Rechnungsstellen in andere Gebäude neue Räume ver-

fürbar gemacht wurden. zeigte sich doch deutlich, daß dem starken Anwachsen des Verkehrs nur durch einen eigenen groß angelegten und erweiterungsfähigen Bau Rechnung getragen werden konnte. Der Neubau wurde am 1. April 1913 in Angriff genommen; er konnte aber, da sich die Fertigstellung durch den Krieg verzögerte, erst im Januar 1917 bezogen werden.

### **Das Dienstgebäude des Postscheckamts.**

Der Neubau ist errichtet auf einem von der Dorotheenstraße nach dem Reichstagsufer durchgehenden, vordem mit einer städtischen Markthalle bebauten Grundstück. Dieses weist eine durchschnittliche Tiefe von 105 m und eine durchschnittliche Breite von 54 m auf. Letztere ist an der Front in der Dorotheenstraße durch zwei gelegentlich des Markthallenbaues beiderseitig abgetrennte Grundstücke auf etwa 18 m eingeschränkt. Das an dieser Bauflucht gleichzeitig mit dem Bau der Markthalle vor etwa 30 Jahren hochgeführte Gebäude wurde erhalten und für Postzwecke umgebaut.

Die in der Achse liegende 4,50 m breite, die Höhe der beiden unteren Geschosse einnehmende frühere Durchfahrt nach der Markthalle dient jetzt als Zugang für das Publikum zu dem auf dem nichteingeschränkten Teil des Grundstücks errichteten Hauptgebäude und ist vollständig neu ausgebildet worden. Die Wände wurden in voller Höhe mit einer reichgegliederten Terrakottverkleidung und vertieften Putzfüllungen versehen, während die Decke ein neues kassetiertes Gewölbe erhielt. Nach dem Durchschreiten dieses Durchgangsraumes gelangt man auf den die Breite des Vordergebäudes einnehmenden Vorhof. Infolge der durch die Form des Grundstücks gebotenen Anordnung des Hauptgebäudes auf dem inneren breiten Teil der Baufläche war es erforderlich, den gesamten Publikumverkehr über diesen Hof zu leiten. Hieraus ergab sich die Notwendigkeit, den nur 170 qm großen Hof, der auf einer Seite vom Neubau, auf der gegenüberliegenden Seite von dem alten Vordergebäude und an den beiden Längsseiten von hohen Nachbargebäuden eingefasst war, nach Möglichkeit architektonisch auszubilden. Während die in Ziegelrohbau ausgeführte Straßenansicht des Vordergebäudes vollständig im alten Zustande belassen wurde, ist deshalb die Hofseite, welche ebenfalls in Verblendmauerwerk ausgeführt war, einer durchgreifenden Änderung unterworfen worden unter Erhaltung der alten Fensteröffnungen. In Anlehnung an die Edelputzfassade des Neubaues wurden die Mauerflächen neu verputzt, nachdem die Gesimse und Gliederungen eine neue Ausbildung

erfahren hatten. Die Verbindung des alten und neuen Gebäudes und der seitliche Abschluß des Hofraumes wurde durch eine den Erdgeschossen der Gebäude angepaßte Verkleidung der alten Giebelwände vorgenommen.

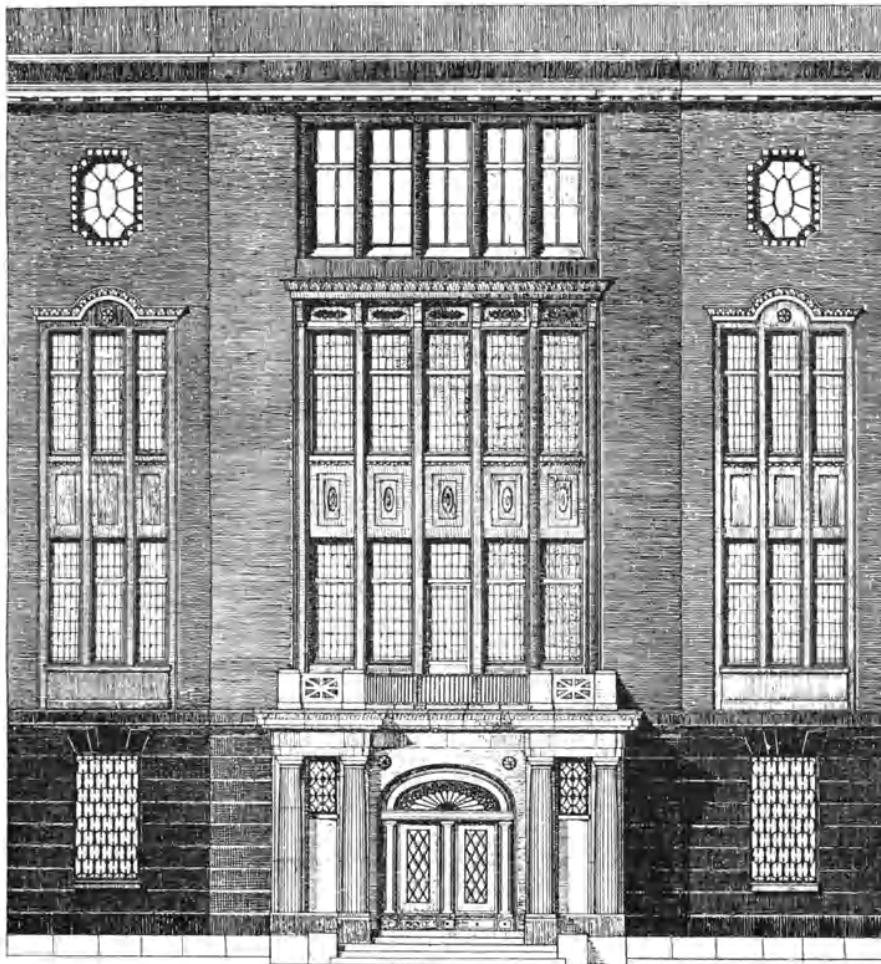
**Vorderansicht.**

Abb. 1.

Der Eingang in das Hauptgebäude führt durch einen Portalvorbau (Abb. 1), der zugleich als Windfang dient und in der Hauptachse des Gebäudes liegt, die zugleich Mittelachse der auf das Postscheckamt von der Straße „Unter den Linden“ zu führenden Schadowstraße ist. Die Architekturteile dieses Vorbaues, Säulen und Gesims, sind aus Kirchheimer Muschelkalk ausgeführt.



Haupttreppenhaus.

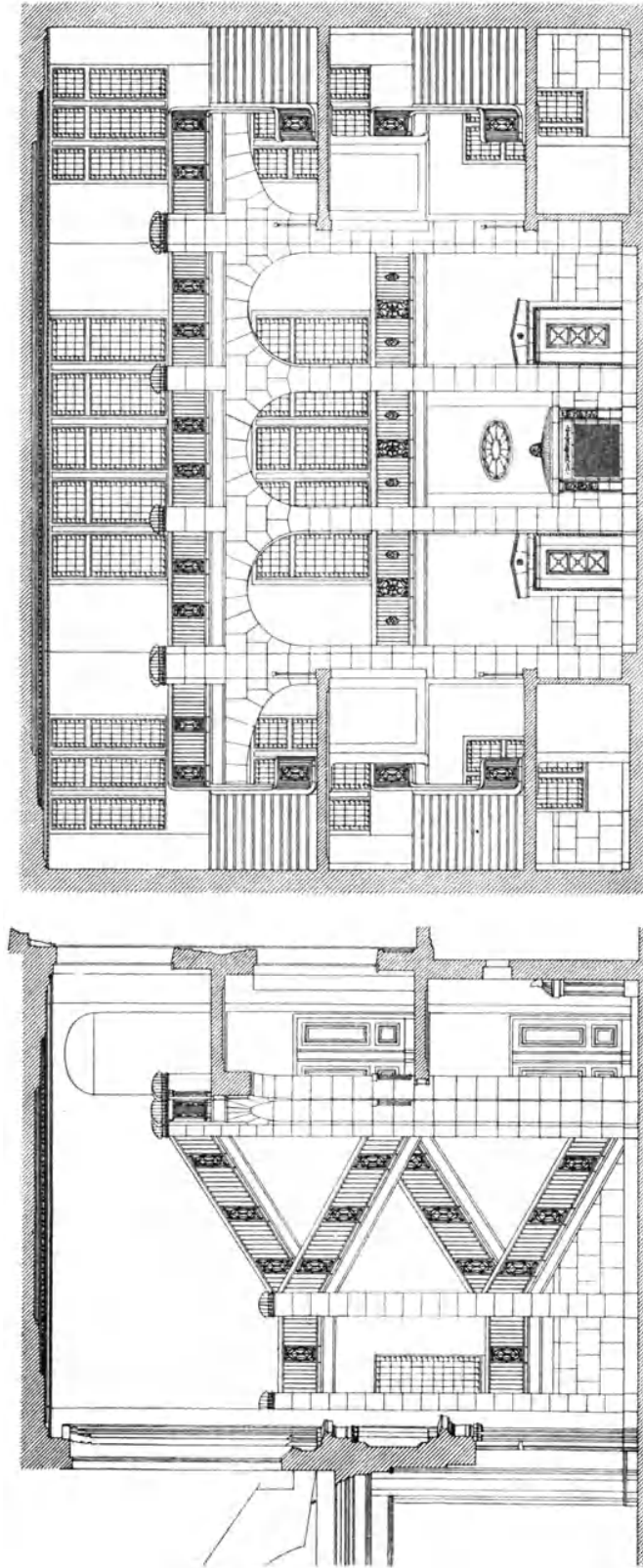


Abb. 2.

Beim Eintritt gelangt man in das Haupttreppenhaus (Abb. 2), welches bis zum dritten Geschoß führt und von dem Vorderhof sowie dem großen Mittelhof her in ausgiebiger Weise erhellt wird. Die Treppenläufe führen zu beiden Seiten hoch und sind an der Fensterwand nach dem Vorderhof zu durch eine Bogenstellung verbunden. Diese stellt in den einzelnen Geschossen die Verbindung der im rechten und linken Seitenflügel liegenden Büroräume her. Die Wand nach der Schalterhalle zu (Abb. 3) ist durch

#### Eingang zur Schalterhalle.

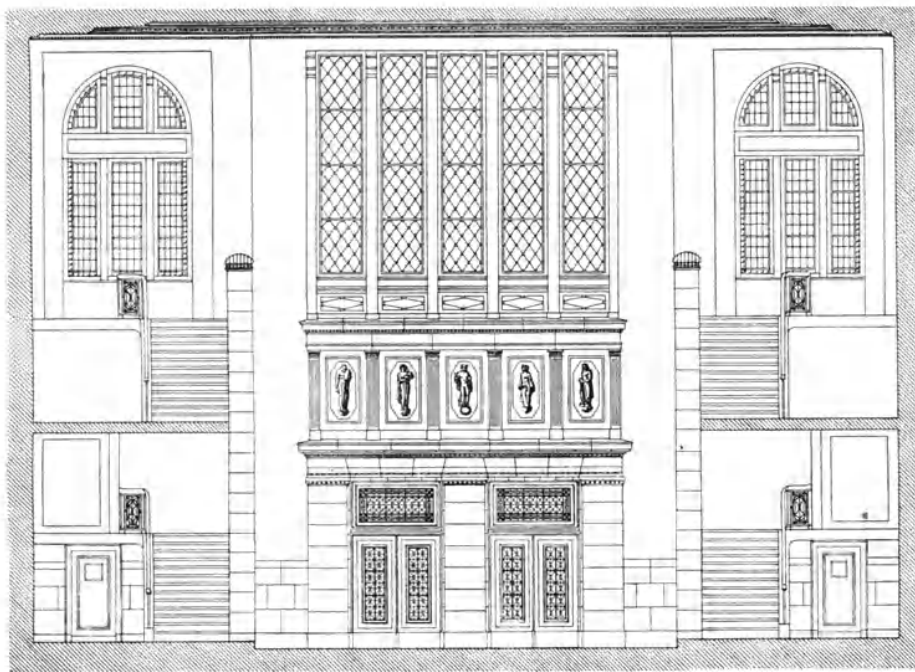


Abb. 3.

eine Pfeilerstellung aufgeteilt. Oberhalb des Architraves über den Türen nach der Schalterhalle sind in die Architekturteilung Sinnbilder des Handels, der Wissenschaft, der Landwirtschaft und des Gewerbes als Betätigungsfeld des Postscheckwesens sowie der Handelsgott Merkur in figürlichen Darstellungen des Bildhauers Feuerhahn angeordnet. Die Pilaster und Gesimse sind aus Kunsttravertin hergestellt, das Paneel sowie die Türeinfassungen, der Kamin und die Fußbodenplatten aus grauem und schwarzem Kunstmarmor. Dieser weist die Härte des natürlichen Steines auf, ist selbst für das geübte Auge nicht von gewachsenem Material zu unterscheiden und hat

Längsschnitt.

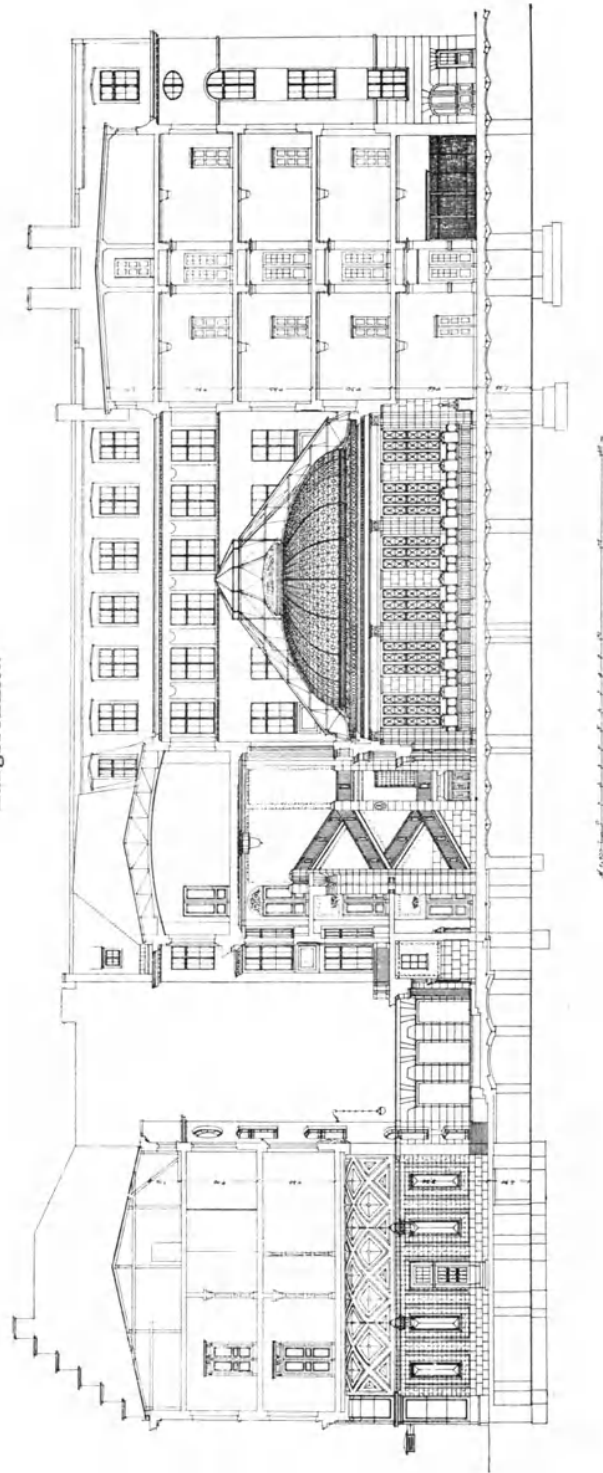


Abb. 4.

Schnitt durch die Schalterhalle.

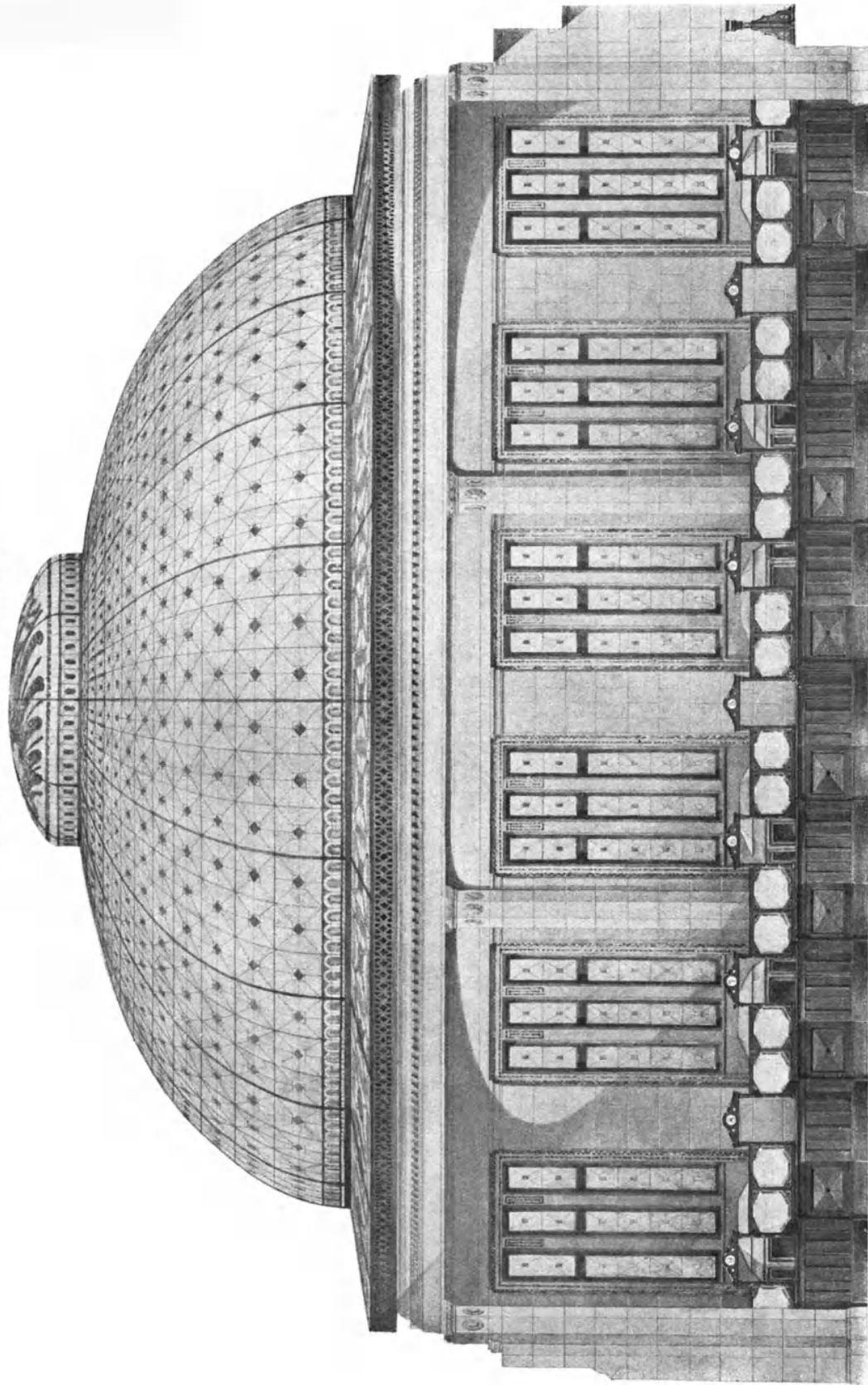


Abb. 5.

den wesentlichen Vorzug erheblich geringerer Herstellungskosten und größerer technischer Anpassungsfähigkeit, da die Architekturglieder in Formen mit beliebigen Wandstärken gestampft werden können. Die Treppen-

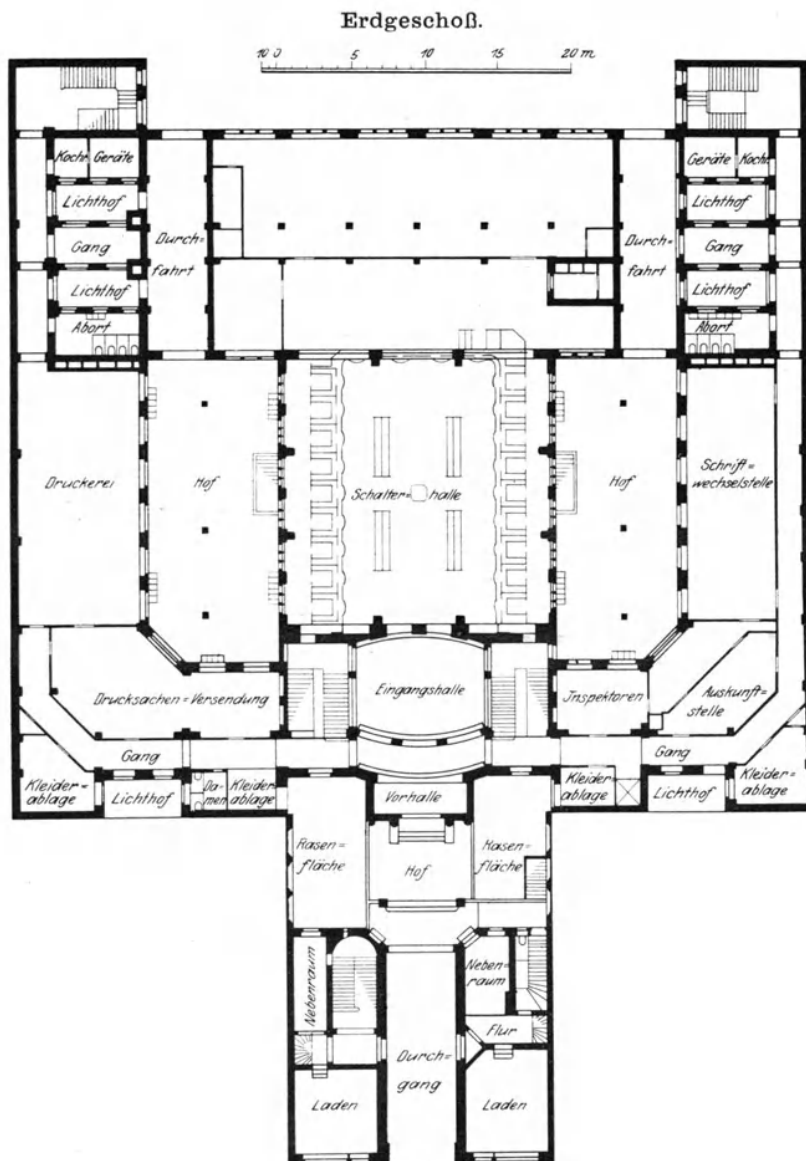


Abb. 6.

stufen bestehen aus Kunstgranit, die Treppenwangen aus Winkeleisen, die mit Kunstgranit allseitig umhüllt sind. Die Fenster haben Bleiverglasung mit gewischten Kathedralgläsern erhalten.



struktions aufgehängt ist. Die Kuppel ist mit gewischten und teilweise bemalten Antikgläsern verglast. Über der Glasfläche ist ein Netz von Goldgläsern verteilt, das nach Eintritt der Dunkelheit bei künstlicher Beleuchtung, wenn die nur in der Durchsicht wirkenden farbigen Gläser dunkel erscheinen, die Kuppelfläche für die Raumwirkung in Erscheinung treten läßt. Die Hauptspalten werden durch Eisenprofile, die Zwischenspalten durch starke Bleivuten gebildet. Die etwa 4 m große Laterne ist mit dem

Drittes Geschoß.

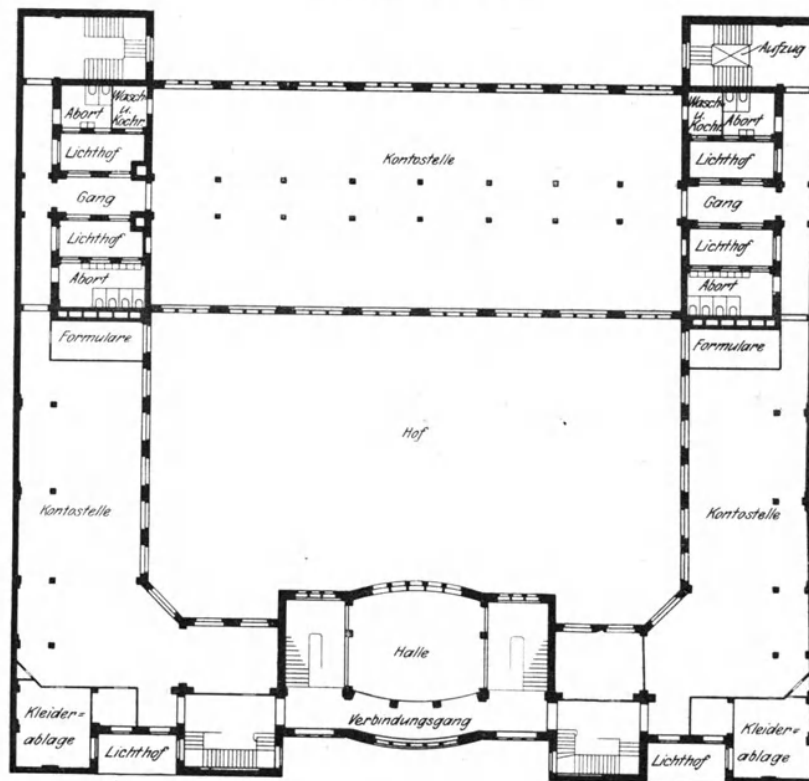


Abb. 8.

Reichsadler geschmückt. In den stehenden Flächen der Laterne sind Lüftungsflügel untergebracht, die ebenso wie entsprechende Flügel in der äußeren Laterne durch Seilzüge von der Schalterhalle aus bedient werden können. Um bei der Ausbildung der Kuppelform unabhängig von der Form des äußeren Glasdaches zu sein und gleichzeitig einen größeren Abstand zwischen der Glasfläche der Kuppel und der Eisenkonstruktion zu schaffen, so daß

letztere dem Beschauer von der Schalterhalle aus nicht, oder nicht störend sichtbar ist, wurde der untere Rand der Kuppel von dem Architrav nach innen gerückt, so daß um die Kuppel eine Ringfläche entstand, die in etwas reicher Weise mit bemalten Gläsern verziert wurde. In diese Fläche wurden die Beleuchtungskörper dergestalt eingefügt, daß 20 etwa 30 cm große kreisrunde Felder an Stelle ebener Scheiben mit nach unten gewölbten Gläsern ausgestattet wurden. In diesen Schalen wurden, am Tage nicht sichtbar, also den Eindruck der Glasfläche nicht störend, die Lampen untergebracht.

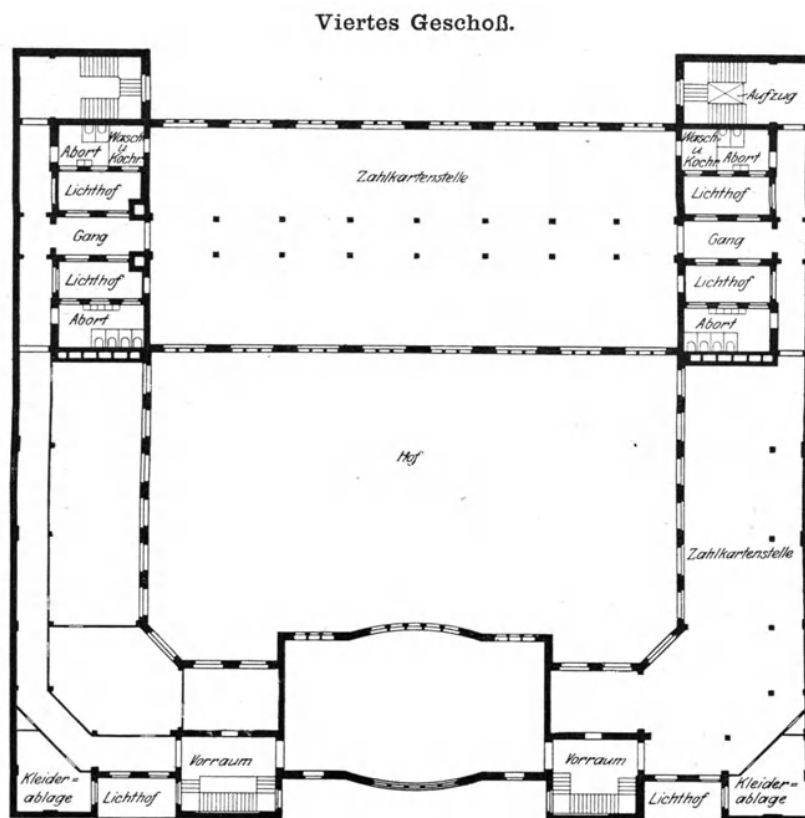


Abb. 9.

Die Fenster sind der Kuppel entsprechend mit Bleiverglasung versehen. Die Wandpfeiler der Halle sind ebenso wie die freistehenden mit Kunsttravertin verkleidet. Die Masse wurde in Putzform aufgebracht und nach dem Abbinden steinmetzmäßig bearbeitet. Die Flächen zwischen den Pfeilern sind mit Edelputz verputzt, der zur Belebung der Wandflächen mit Mosaikschmuck versehen wurde. Der Fußboden besteht aus Stiftmosaik.



In der Schalterhalle sind gegenüber dem Eingang 2 Annahmeschalter und an den Längsseiten je 10 Ausgabeschalter, darunter ein Schalter für Einzahlung untergebracht. Die Schaltertische, Schalter, Schreibtische, Vergitterungen, die Bänke für das Publikum und das in der Mitte untergebrachte Pult sind aus braungebeiztem Eichenholz mit schwarzen Einlagen hergestellt.

Das Gebäude einschließlich sämtlicher Höfe ist unterkellert. Außer dem Keller weist das Hauptgebäude in den Seitenflügeln 5 Geschosse (Abb. 6 bis 10), im Haupttreppenhausteil außer dem dreigeschossigen Treppenhaus

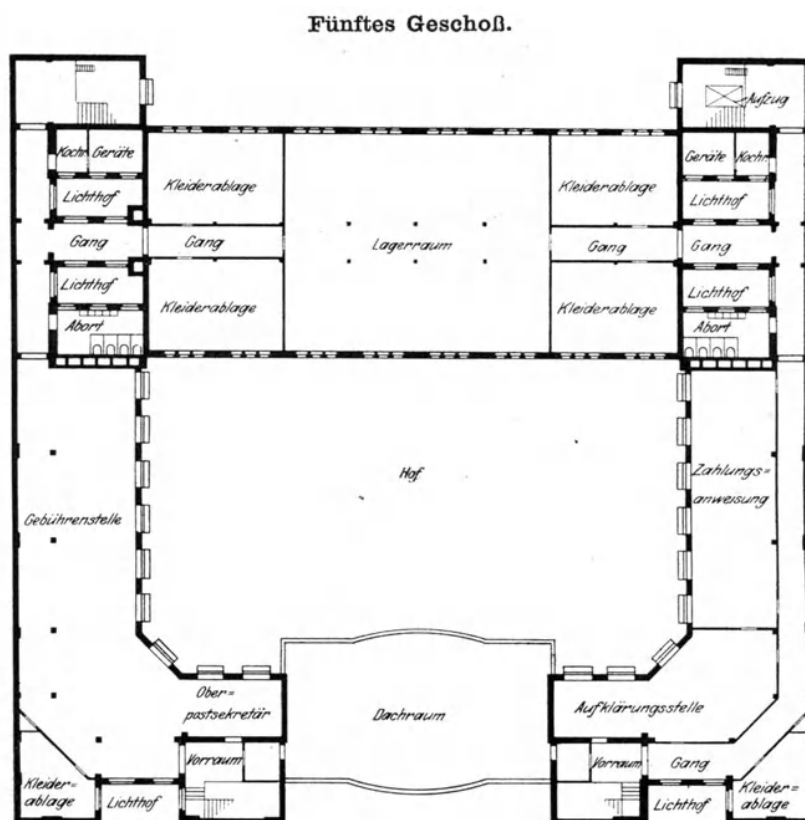


Abb. 10.

ein weiteres Geschöß und im Quergebäude 4 volle Geschosse und ein unter der schrägen Dachfläche liegendes, als Lager- und Garderobenraum ausgenutztes, halbhohes Geschöß auf. Dem Verkehr zwischen den Geschossen dienen 4 Treppen und 2 Aufzüge. Die Wände sind aus Ziegelmauerwerk hergestellt. Die Decken und Dächer sind massiv ausgebildet. Die Decke über dem Kellergeschöß ist unter Benutzung der früheren Kellerdecke und

Trägerlage aus preußischen Kappen gebildet. In den oberen Geschossen sind Eisenträger mit geringen Ausnahmen nur als Unterzüge und zur Versteifung verlegt worden. Zwischen diesen sind die Decken frei gespannt. Je nach der Spannweite sind Hohlsteindecken mit armierten Betonrippen bzw. Eisenbetondecken, letztere zur Erzielung einer festen Aufhängung der Lüftungskanäle eingebaut worden.

Die Dächer über den Seitenflügeln sind in gleicher Weise wie die Decken ausgebildet. Das erforderliche Gefälle wurde durch Ausführung in der schiefen Ebene gewonnen.

Der Fußboden der Diensträume und Gänge in den oberen Geschossen wird durch Linoleumbelag auf einer Zementschicht gebildet. In den Erdgeschoßpodesten der nördlichen Nebentreppenhäuser sowie in den Abort- und Kochräumen ist Fliesenbelag zur Ausführung gekommen.

Die Beheizung sämtlicher Räume erfolgt durch eine Warmwasserheizung mittels Radiatoren, die in der Schalterhalle, dem Haupttreppenhause und Windfang mit schmiedeeisernen Verkleidungen versehen sind. Der Luftraum zwischen dem inneren und äußeren Oberlicht der Schalterhalle wird zur Verhinderung abfallender kalter Luftströmungen in der Halle durch eine besondere Niederdruckdampfheizung erwärmt. Die Heizschlange ist, von der Halle aus unsichtbar, oberhalb des auf dem Architrav angeordneten Lüftungskanals eingebaut und wird durch die Kesselanlage erwärmt, welche gleichzeitig zur Erwärmung der Frischluftkammern dient.

Die Diensträume werden durch Lüftungsanlagen mit Frischluft versorgt. Zur Säuberung und Erwärmung der Frischluft sind 3 Entnahmestellen auf dem Mittelhof mit anschließenden Filterkammern, Warmluftkammern und Gebläsen vorgesehen, die unabhängig von einander im Betrieb sind. Eine Gruppe ist für den Gebäudeteil östlich der Hauptachse, eine zweite für den Teil westlich derselben und eine weitere Gruppe für die Lüftung der Schalterhalle angeordnet. Die Einschaltung der letzteren ist wegen des verhältnismäßig großen Luftraumes nur bei starkem Andrang erforderlich. Die Frischluft für die Schalterhalle wird an diese durch den zwischen Hauptgesims und Glasdach eingebauten Lüftungskanal abgegeben. Die den Öffnungen des Kanals entströmende Luft wird durch die Öffnungen des vor diesem aufgestellten Gitters der Schalterhalle ohne Zugscheinungen zugeführt.

In den übrigen Diensträumen wird die Frischluft durch unter den Decken der Gänge angelegte Kanäle, die mit seitlichen verschließbaren Aus-

strömungsöffnungen versehen sind, geleitet. Die Abluft wird durch Öffnungen in den Giebelwänden bzw. Rabitzstützen über dem Fußboden entnommen und durch Kanäle unter den Decken geschloßweise den Abluftrohren zugeführt. Für jedes Geschoß sind getrennte Zu- und Abluftschächte angelegt. Die Aborte werden durch zwei besondere Absaugegebläse entlüftet.

Die elektrische Beleuchtungsanlage und Kraftleitung für kleinere Maschinen, wie Rechenmaschinen, ist mit 110 Volt Spannung, die Kraftanlage für Aufzüge, Druckpressen, Hochdruckstempelmaschinen und Gebläse motore für Lüftung und Rohrpost mit 220 Volt an das städtische Netz angeschlossen. Die Beleuchtung der großen Säle erfolgt mit halbindirekt wirkenden Halbwattlampen, die der übrigen Räume mit normalen Glühlampen. Die Hauptbeleuchtungskörper der Schalterhalle sind in die Glasfläche des Kuppelringes in flachen Glasschalen eingebaut.

Als Sicherung gegen Brandschaden ist eine besondere Feuerlöschleitung angelegt, an die in jedem Geschoß vier Hydranten angeschlossen sind. Ferner ist eine direkte Feuermeldeleitung zur Feuerwache vorhanden.

Die Gesamtbaukosten ausschließlich der Kosten für Grunderwerb betragen 947 000 M. Der Bau wurde unter Aufsicht der Kaiserlichen Oberpostdirektion durch den Regierungsbaumeister Lempp ausgeführt.

### **Die technischen Einrichtungen des Postscheckamts.**

Für die Betriebsräume sind fast durchweg große Säle vorgesehen, die u. a. den Vorzug großer Übersichtlichkeit haben und die Beaufsichtigung des Betriebes durch eine geringe Zahl von Aufsichtsbeamten gestatten. Die einzelnen Dienststellen sind in dem Gebäude im wesentlichen in der Reihenfolge untergebracht, in der die Schecke, Überweisungen und Zahlkarten sie durchlaufen müssen.

Das erste Geschoß (Erdgeschoß) dient dem Verkehr mit dem Publikum, insbesondere dem Zahlverkehr (Abb. 11); ferner werden daselbst die ein- und abgehenden Posten bearbeitet, sowie die Druckarbeiten ausgeführt.

Im zweiten Geschoß liegen die Prüfungsstellen für Schecke und Überweisungen und die Räume für die Verwaltung des Postscheckamts.

Das dritte Geschoß wird ganz eingenommen von der Buchhalterei (Kontostelle, Abb. 12), die sich hufeisenförmig um den Lichthof über der Schalterhalle ordnet.

Das vierte und fünfte Geschoß beherbergt die Rechnungsstellen, die das gesamte Buchungsgeschäft prüfen.

Als Lagerräume für die gewaltigen Mengen von Buchungsbelegen, die längere Zeit hindurch übersichtlich aufbewahrt werden müssen, dienen die Keller.

#### Innenansicht der Schalterhalle.

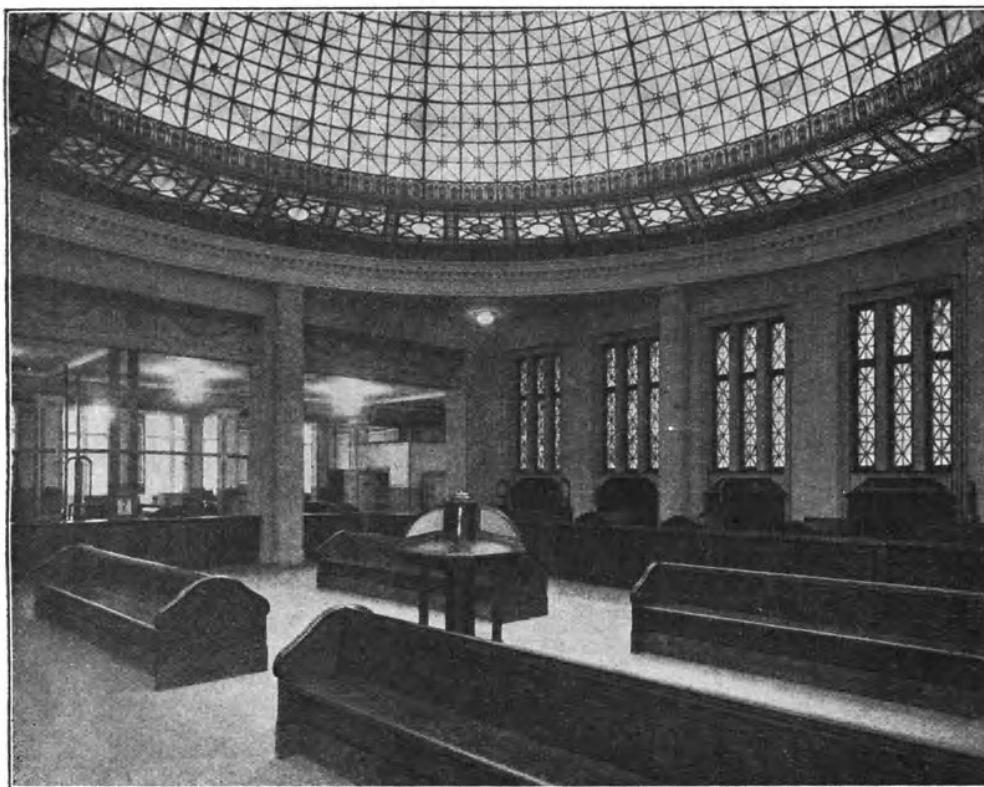


Abb. 11.

Es liegt auf der Hand, daß ein so umfangreicher Betrieb, der 300 männliche und 1000 weibliche Kräfte beschäftigt, neuzeitlich eingerichtet ist, und daß insbesondere auch, soweit irgend möglich, Maschinen verwandt werden, um Zeit und Personal zu sparen und den Betrieb wirtschaftlich zu gestalten. Abgesehen von 150 Numeriermaschinen und 40 Schreibmaschinen sind 200 Addiermaschinen mit elektrischem Antrieb ständig in Gebrauch. Ein Teil der letzteren ist so eingerichtet, daß einige Tastenreihen aus dem Zählwerk ausgeschaltet sind; mit ihnen können also Nummern niedergeschrieben

werden, während mit den übrigen Tasten daneben die Beträge verzeichnet werden, deren Summe zu ermitteln ist.

Wer zur Zahlstelle des Postscheckamts kommt, um für einen Scheck bares Geld in Empfang zu nehmen, kann beobachten, daß der dem Annahmehelfer übergebene Scheck in einem schmalen Spalt neben dem Schalter verschwindet — ein ununterbrochen laufender, elektrisch betriebener Bandaufzug befördert den Scheck in wenigen Sekunden in das zweite Geschoß

#### Kontostelle.



Abb. 12.

und legt ihn dort auf den Arbeitsplatz eines Beamten nieder. Nach Prüfung der Unterschrift wandert der Scheck mit einem gleichartigen Bandaufzug in die Buchhalterei im dritten Geschoß (Abb. 13), wo der Betrag vom Konto des Scheckausstellers abgebucht wird. Liegt der Arbeitsplatz des Buchungsbeamten von der Endstelle des Bandaufzugs weit entfernt, so befördert eine Rohrpost den Scheck zu ihm hin und wieder zurück. Nach dem Abbuchen

wird der Scheck in einen einfachen Fallschacht gelegt, in dem er durch die eigene Schwere in das erste Geschoß (Zahlstelle) fällt. Vom Endpunkte des Fallschachtes aus wird der Scheck den Zahlbeamten durch eine Rohrpost zugeführt (Abb. 14 und 15). Für je zwei Zahlbeamte ist ein Empfangs-

**Ende des Bandaufzugs und Rohrpost in der Kontostelle (3. Geschoß).**

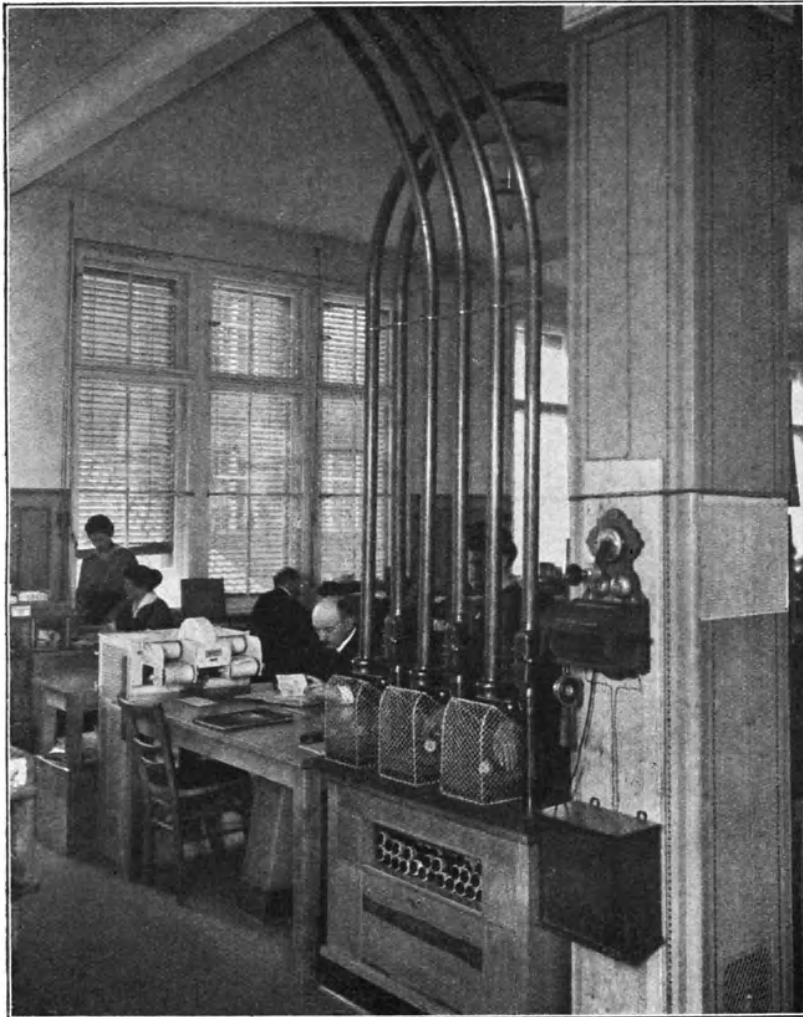


Abb. 13.

apparat vorgesehen; eine gemeinsame Rückleitung, die unter dem Schaltertisch angeordnet ist, führt die leeren Rohrposthülsen der Zentrale wieder zu. Die Beförderung der Schecke mit Bandaufzug vom ersten zum zweiten und

vom zweiten zum dritten Geschoß und die Rückbeförderung im Fallschacht ist von besonderem Vorteil, weil sie fast geräuschlos vor sich geht und gegen-

**Bandaufzug, Rohrpostzentrale und Ende des Fallschachtes in der Zahlstelle (Erdgeschoß).**

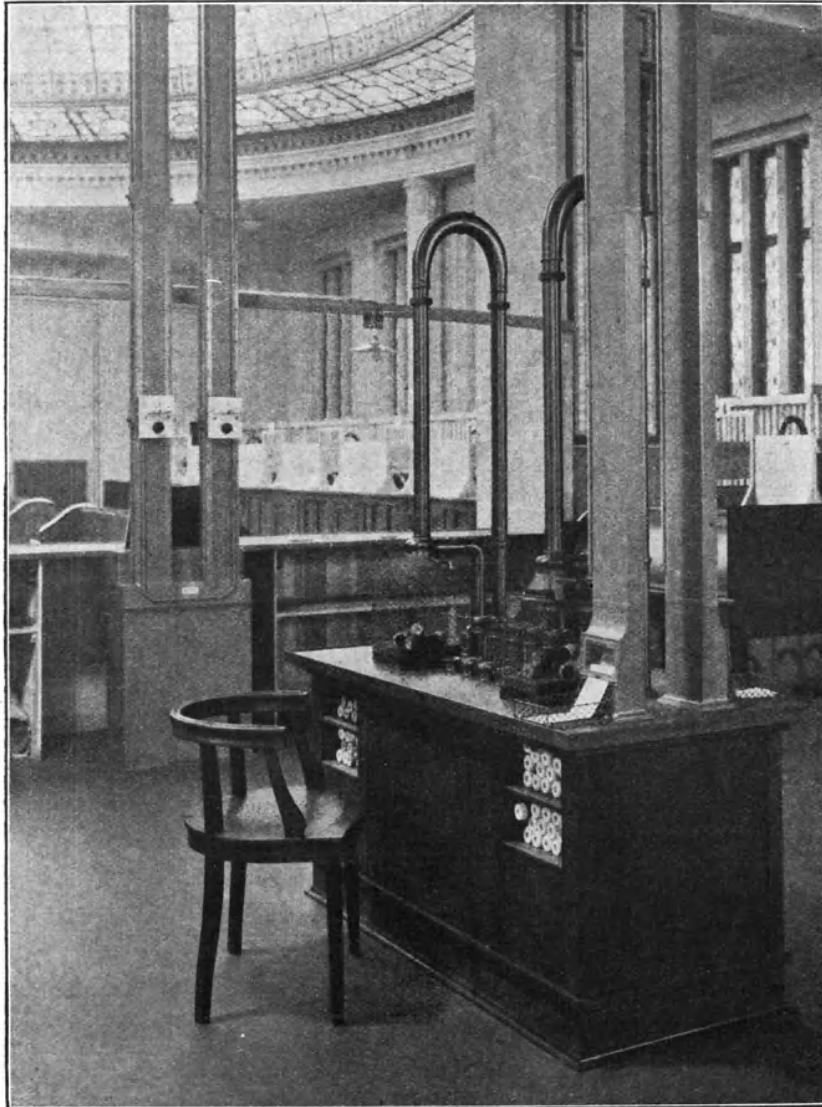


Abb. 14.

über der Rohrpostbeförderung ein dreimaliges Zusammenrollen und Glätten der Schecke erspart. Für die Scheckbeförderung innerhalb der Buchhalterei und

der Zahlstelle — also in horizontaler Richtung — Bandwerke an Stelle der Rohrpost vorzusehen, war nicht angängig, weil die Anlage wegen der mehrfachen Biegungen zu verwickelt geworden wäre.

**Rohrpost-Empfangsapparate bei den Zahlbeamten.**

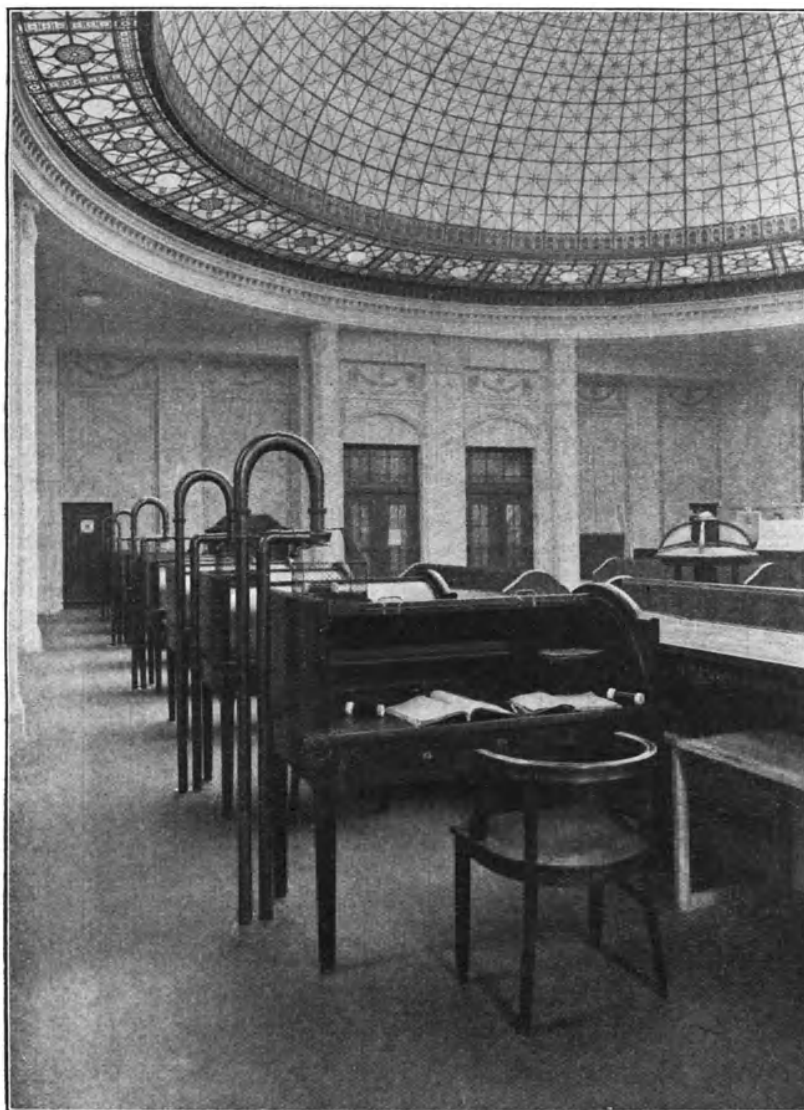


Abb. 15.

Dem Postscheckamt gehen täglich bis zu 20 000 Briefe mit Zahlkarten, Schecken und Überweisungen zu. Da die in den frühen Morgenstunden ein-



gehende Hauptpost in etwa einer Stunde bearbeitet sein muß, wären zahlreiche Kräfte erforderlich, wenn jeder Brief einzeln aufgeschnitten werden müßte. Die Briefe werden daher stoßweise zu etwa 40—50 Stück unter eine Schneidemaschine gebracht, die mit einem Schnitt von allen Briefumschlägen an einer Längsseite einen schmalen Streifen abtrennt (Abb. 16), ein Verfahren, das sich gut bewährt.

**Aufschneiden der eingegangenen Briefe mit der Schneidemaschine.**



Abb. 16.

Bevor die entleerten Umschläge in die Papierabfälle wandern, müssen sie daraufhin geprüft werden, ob versehentlich in ihnen Gegenstände zurückgeblieben sind. Zu dem Zweck werden die Umschläge über einen Durchleuchtungstisch geführt, in dessen Platte eine von unten stark belichtete Glasscheibe eingesetzt ist (Abb. 17). Das durchscheinende Licht läßt unzweifelhaft erkennen, wenn ein Umschlag noch etwas enthält.

Die täglich zur Gutschrift vorliegenden Zahlkarten sind mit einem Vermerk über den Eingangstag zu versehen. Da es sich durchschnittlich um mehr als 100 000 Stück täglich handelt, wäre es zu zeitraubend, sie einzeln mit dem Ankunftstempel zu bedrucken. Stempelmaschinen können dazu nicht verwandt werden, weil das Papier der Zahlkarten zu dünn ist. Die Zahlkarten werden daher in Stößen von etwa 200 Stück mit einer elektrisch

**Durchleuchten der entleerten Briefumschläge.**



Abb. 17.

angetriebenen Bohrmaschine durchbohrt, wobei an jedem Montag eine andere Stelle für das Bohrloch gewählt wird (Abb. 18). Will man später den Eingangstag ermitteln, so legt man eine mit einer Feldeinteilung versehene durchsichtige Zellstoffplatte auf die Zahlkarte. Das Feld, in dem das Bohrloch erscheint, zeigt den Tag des Eingangs an.

Der linke Abschnitt der Zahlkarte wird bekanntlich dem Kontoinhaber mit dem Kontoauszug als Beleg zugestellt. Der Hauptteil der Zahlkarte wird zu Prüfungszwecken dem Postscheckamt übersandt, in dessen Bezirk die Aufgabepostanstalt liegt. Dem buchenden Postscheckamt verbleibt hiernach keine Unterlage, nach der es Rückfragen der Kontoinhaber erledigen oder Unstimmigkeiten aufklären könnte. Um dies zu ermöglichen, wurden anfangs Aufgabeort und Betrag jeder Zahlkarte in eine Liste handschriftlich einge-

**Durchbohren der eingegangenen Zahlkarten mit der Bohrmaschine; das Bohrloch dient als Ersatz für den Ankunftstempel.**

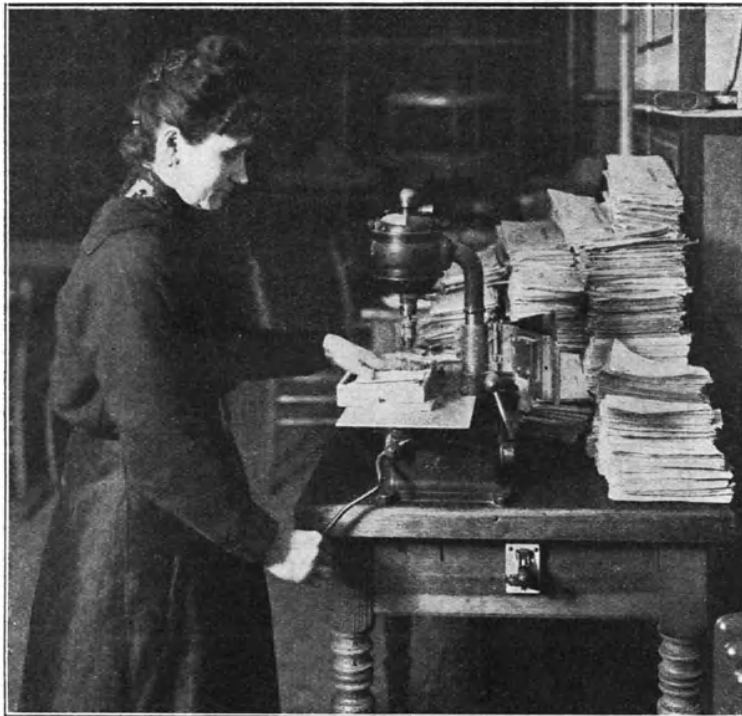


Abb. 18.

tragen. Später ging man dazu über, die Aufgabeorte mit Sprechmaschinen auf Wachswalzen zu übertragen, die einige Zeit aufbewahrt und dann durch Abschleifen wieder verwendbar gemacht wurden. Mit weiter anwachsendem Verkehr war aber auch dieses an sich praktische Verfahren noch zu zeitraubend. Es werden daher jetzt die Streifen am oberen Rande der Zahlkarten, worauf der Name des Absenders und der Stempel der Aufgabepostanstalt

stehen, mit Schneidemaschinen abgetrennt und beim buchenden Postscheckamt zurückbehalten (Abb. 19). Diese Abschnitte in Verbindung mit dem Streifen der Additionsmaschine, auf dem die Beträge in der Reihenfolge der Abschnitte zusammengestellt sind, ermöglichen dem Buchungs-Postscheckamt, Rückfragen der Kontoinhaber über Einzahlungen schnell zu erledigen.

Die Zahlkarten werden mit der Schneidemaschine in 2 Teile zerlegt, die an verschiedenen Stellen als Belege gebraucht werden.

Abfender: <i>Gust Marx</i> <i>Höllwieser</i> <i>Rheinberg (Mark)</i>		
Schnitt.		
<b>Zahlkarte</b>		
auf <u>45</u> Mark — Pf.		Zu wiedeholen (die Mark in Buchstaben):
<u>Einundvierzig</u> Mark — Pf.		
zur Gutschrift auf das Konto Nr. <u>85000</u>		
<small>(Konto genau bezeichnen, s. Punkt 2 der Rückseite)</small>		
<i>Wilhelm Pfaber, Eisenhandlung</i> <i>Löwenberg (Mark)</i>		
beim Postscheckamt in <i>Leunlin.</i>		
Postvermerk Nr. <u>2001</u> <b>36</b> <b>RHEINSBERG (MARK)</b>	eingetragen durch: <i>Lachmann</i>	Ankunfts- Nr. <u>287</u>

Abb. 19.

Die Konten werden nicht in Büchern, sondern auf losen Blättern geführt, die ebenso wie die andern wichtigen Belege während des Dienstschlusses in zahlreichen feuersicheren Schränken verwahrt werden. Blatt- oder Kartensammlungen (Kartotheken) sind mehrfach beim Postscheckamt vertreten. Nicht unerwähnt darf bleiben, daß auch die Farben, soweit irgend möglich, nutzbar gemacht worden sind, um die verschiedenen Arten von Be-

legen auf den ersten Blick kenntlich zu machen und Fehlern tunlichst vorzubeugen.

Die Vordrucke zu den Postschecken sind so eingerichtet, daß Betrag und Unterschrift auf der Vorderseite, der Name des Zahlungsempfängers aber — abweichend von den Bankschecken — auf der Rückseite niederzuschreiben sind. Diese Anordnung ermöglicht, daß die vom Scheckaussteller niederge-

#### Hochdruckstempelmaschinen.

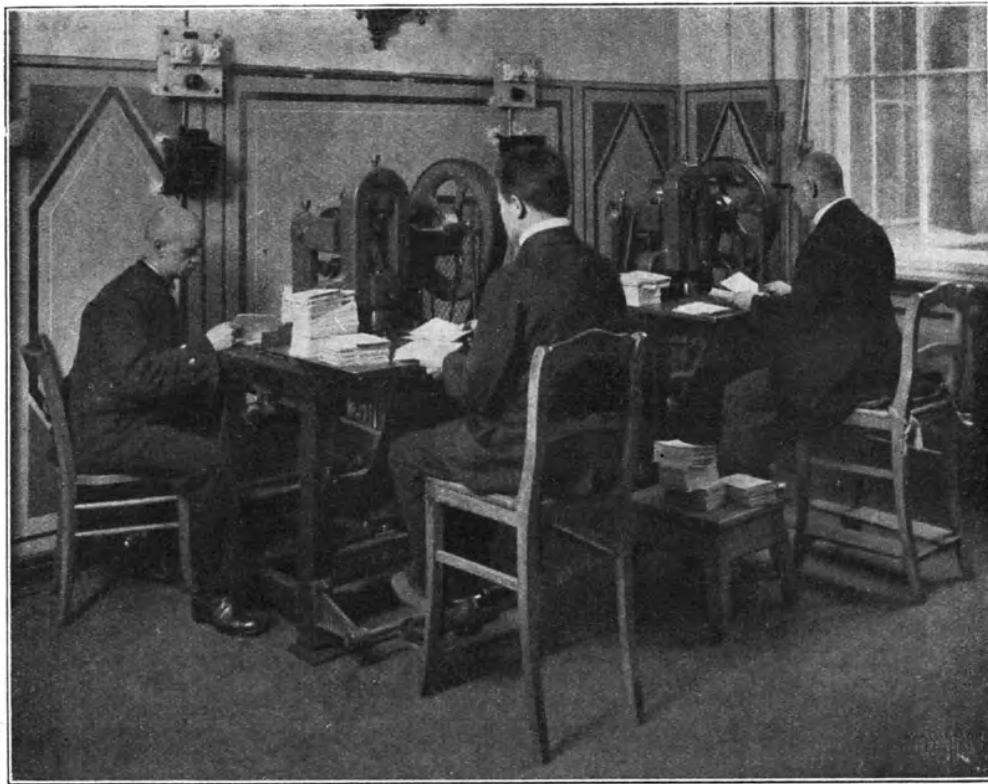


Abb. 20.

schriebene Angabe des Zahlungsempfängers zugleich als Anschrift für die der Bestellpostanstalt zu übersendende Zahlungsanweisung dienen kann, wodurch viel Schreibarbeit gespart wird. Es bedarf nun noch eines Zeichens, an dem die Bestellpostanstalt die Echtheit der Zahlungsanweisung unzweifelhaft erkennen kann. Zu diesem Zwecke wird jede Zahlungsanweisung nach der Buchung beim Postscheckamt mit einem blauen Prägestempel — dem Hochdruckstempel — und zugleich mit dem Aufgabestempel in besonders ge-

bauten Maschinen bedruckt. Beim Postscheckamt Berlin sind 4 Hochdruckstempelmaschinen vorhanden (Abb. 20), von denen jede stündlich etwa 3000 Abdrucke liefert und die zu Zeiten des Vierteljahrswechsels die Arbeit in der dafür zur Verfügung stehenden knappen Zeit von der Buchung bis zur Absendung kaum zu bewältigen vermögen.

Die Kontoinhaber werden von den auf ihrem Konto ausgeführten Buchungen durch Kontoauszüge gebührenfrei benachrichtigt. Da hiernach

**Prägemaschine zur Herstellung der Schablonen für den  
Druck der Briefumschläge.**



Abb. 21.

die Möglichkeit besteht, daß jeder der 34 000 Kontoinhaber täglich einen Kontoauszug erhält, muß ständig für jedes Konto ein Briefumschlag mit der Anschrift des Kunden vorbereitet sein. Die Anschriften handschriftlich anzubringen, ist bei der großen Zahl unmöglich. Ebenso konnte das früher geübte Verfahren, für die einzelnen Konten durch Buchdruck vorbereitete Umschläge vorrätig zu halten, bei der wachsenden Kundenzahl nicht aufrecht erhalten werden, weil die Vorräte an Umschlägen zu viel Lagerraum und

das Heraussuchen der einzelnen Umschläge zu viel Zeit und Arbeitskräfte erforderten. Deshalb werden seit einigen Jahren für die Anschriften der Kontoinhaber Schablonen nach den Kontonummern geordnet vorrätig gehalten und damit täglich für jeden Kontoinhaber ein Umschlag in einer Druckmaschine bedruckt (Abb. 21 und 22). Auf diese Weise erhält man für jeden Tag einen Satz in der Reihenfolge der Kontonummern liegende Umschläge. Werden an einem Tage nicht alle Umschläge gebraucht, so wird der Satz in der Weise

**Druckmaschinen für Briefumschläge, Aufbewahrungsschrank für die Schablonen.**



Abb 22.

ergänzt, daß nur die Schablonen für die fehlenden Umschläge abgedruckt werden. Eine einfache Vorrichtung an der Maschine bewerkstelligt, daß die Schablonen für die übriggebliebenen Umschläge die Maschine durchlaufen, ohne daß ein Abdruck davon genommen wird. Das Postscheckamt sendet an jedem Abend rund 25 000 Kontoauszüge ab, die in etwa 2 bis 3 Stunden geschlossen und gestempelt werden müssen, damit sie noch mit den Abend-

zügen befördert werden können. Auch hierzu werden Maschinen verwandt, die die Briefumschläge verschließen und gleichzeitig mit dem Aufgabestempel und dem Dienststempel bedrucken (Abb. 23).

Beim Postscheckamt sind ferner einige Druckmaschinen — einfache

**Brief-Schließ- und Stempelmaschinen.**



Abb. 23.

Kopf- und Tiegeldruckpressen — vorhanden, mit denen die Kontonummer und der Name des Kontoinhabers in die von der Reichsdruckerei gelieferten Scheck- und Überweisungsvordrucke eingedruckt und sonstige Druckarbeiten auf Wunsch der Kontoinhaber ausgeführt werden. Eine Linotype-Setz-



maschine liefert schnell den gewünschten Satz und bietet gleichzeitig Sicherheit dafür, daß die Schriftzeichen nicht unbefugt benutzt werden können. Mit einer Drahtheftmaschine werden die zunächst losen Scheck- und Überweisungsblätter zu Heften vereinigt. Auch sonst wird die Maschine in weitem Umfange zum Heften von Belegen benutzt.

Durch den Neubau des Postscheckamts ist das von der Post erworbene Grundstück nicht voll ausgenutzt. Es ist vielmehr noch Platz für einen annähernd gleich großen Erweiterungsbau vorhanden, nach dessen Ausführung der Raumbedarf des Postscheckamts Berlin auch bei dem zu erhoffenden weiteren starken Anwachsen des Verkehrs für lange Zeit gedeckt sein wird.

Die Angaben über den Bau des Postscheckamts verdanken wir dem Erbauer, Herrn Regierungsbaumeister L e m p p , die über den postalischen Betrieb Herrn Ober-Postinspektor L o r e k .

---

## XVII. Namenverzeichnis

### der Redner in den Vorträgen und Erörterungen nebst Sachangabe und Seitenzahlen.

Die Namen der Verfasser sowie die Titel der Vorträge sind **fett** gedruckt.

Name des Verfassers oder Redners bei den Erörterungen	Inhalt des Vortrages oder der Erörterungen	Seite
Ahlborn . . . . .	Wirbelbildungen in Schraubenströmungen . . . . .	467
Bendemann . . . . .	Anwendung der Strahltheorie auf den Schrauben- propeller . . . . .	462
Büsing . . . . .	Gebrauch von Werkzeugmaschinen auf den Schiffs- werften . . . . .	277
Busley . . . . .	Größe der Schiffe des Altertums . . . . .	380
Eggers . . . . .	Innen-Architektur auf dem großen Dampfer „Imperator“	344
<b>Foerster</b> . . . . .	<b>Schiffbautechnische Organisation des Deutschen Feld- eisenbahnchefs auf der Donau</b> . . . . .	123
Foerster . . . . .	Hallen und Säle der großen Dampfer „Vaterland“ und „Bismarck“ . . . . .	347
<b>Föttinger</b> . . . . .	<b>Neue Grundlagen für die theoretische und experi- mentelle Behandlung des Propellerproblems</b> . . . . .	387
Hein . . . . .	Versuche mit stocklosen Ankern . . . . .	380
<b>Klock</b> . . . . .	<b>Förderung von Körnergütern im Luftstrom und ihre Bedeutung für die Schifffahrt</b> . . . . .	173
Krell . . . . .	Kohlenbeförderung an Bord von Kriegsschiffen . . . . .	217
Kucharski . . . . .	Graphische Methode zur Ermittlung der Strömung im Strahl eines Schraubenpropellers . . . . .	458
<b>Lienau</b> . . . . .	<b>Der Schiffbau als Kunst</b> . . . . .	318
<b>Loof</b> . . . . .	<b>Neuzeitliche deutsche Werftmaschinen und Be- arbeitungsanlagen für den Kriegs- und Handels- schiffbau</b> . . . . .	222

Name des Verfassers oder Redners bei den Erörterungen	Inhalt des Vortrages oder der Erörterungen	Seite
Moll . . . . .	<b>Die Entwicklung des Schiffsankers und die Grundlagen der Konstruktion moderner Anker . . .</b>	357
Ruthof . . . . .	Bergung von gesunkenen Dampfern auf der Donau	169
Stumpf . . . . .	<b>Der Einfluß des Volumens des schädlichen Raums auf den theoretischen Dampfverbrauch (Raumschaden) . . . . .</b>	280
Weber . . . . .	Fragen für die Bewertung einer Propellertheorie . .	466