

**Jahrbuch der
Wissenschaftlichen Gesellschaft
für Luftfahrt**

V. Band 1920



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

1920

Zur Beachtung

*Der vorhergehende IV. Band des
Jahrbuchs umfasst nur das 1916
erschienene Sonderheft.*

Die Verlagsbuchhandlung

Jahrbuch der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Luftfahrt

V. Band 1920



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

1920

Inhaltsverzeichnis.

Geschäftliches.	Seite
I. Gesamtvorstand	1
II. Geschäftsführender Vorstand, Geschäftsstelle usw.	2
III. Wissenschaftlich-Technischer Ausschuß	2
IV. Unterausschüsse	2
V. Mitglieder	3
Kurzer Bericht über den Verlauf der IV. Ordentlichen Mitglieder-Versammlung 1918 . . .	14
Ausführlicher Bericht über die IV. Ordentliche Mitglieder-Versammlung 1918	
A. Die geschäftlichen Verhandlungen	17
B. Die wissenschaftlichen Verhandlungen	34
„Tragflächen-Auftrieb und Widerstand in der Theorie“ von Prof. Dr. L. Prandtl, Göttingen	37

Wir möchten an dieser Stelle die ganz besondere Bitte an die verehrlichen Mitglieder richten, uns vor der nächsten Versammlung die Adressen aller in Frage kommenden ihnen bekannten Stellen gütigst mitteilen zu wollen, damit die Einladungen möglichst vollständig ergehen. Diese Adressenangabe ist auch deshalb von großem Wert, weil wir hierdurch die rege Werbetätigkeit der Mitglieder, die unbedingt nötig ist, am besten unterstützen können.

Alle Rechte,
insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten.

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1920
Ursprünglich erschienen bei Julius Springer in Berlin 1920

ISBN 978-3-662-33540-6
DOI 10.1007/978-3-662-33938-1

ISBN 978-3-662-33938-1 (eBook)

I. Gesamtvorstand.

(Nach dem Stande vom 1. November 1919.)

Ehrenvorsitzender:

SEINE KÖNIGLICHE HOHEIT
PRINZ HEINRICH VON PREUSSEN,
Dr.-Ing.

Vorsitzende:

Geheimer Regierungsrat Dr. phil. h. c. Dr.-Ing. e. h. Dr. von Böttinger, Arensdorfi. d. Neum.,
Professor Dr. L. Prandtl, Göttingen,
Geheimer Regierungsrat Professor Dr.-Ing. Barkhausen, Hannover,
Geheimer Regierungsrat Professor Dr. Hergesell, Lindenberg (Kreis Beeskow).

Beisitzer:

Hauptmann d. R. Professor Dr. Ahlborn-Hamburg, Hauptmann d. R. Professor Dr.-Ing. Bendemann-Berlin, Direktor der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt, Wirklicher Geheimer Admiraltätsrat Capelle-Hamburg, Direktor der Deutschen Seewarte, Leutnant d. R. Dr. Dieckmann-Gräfelfing bei München, Marine-Schiffsbaumeister Dröseler-Berlin, Marine-Baurat Engberding-Berlin-Schöneberg, Hofrat Professor Dr. Finsterwalder-München-Neuwittelsbach, Hofrat Professor Dr. Friedländer-Littenweiler b. Freiburg i. Br., Fabrikbesitzer Dr.-Ing. h. c. Gradenwitz-Berlin-Grunewald, Bankier Hagen-Berlin, Professor Dr.-Ing. e. h. Dr. phil. h. c. Klingenberg-Charlottenburg, Direktor der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft, Professor Dr. Linke-Frankfurt a. M., Exzellenz Mauve-Berlin, Präsident der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt, Vizeadmiral z. D. Exzellenz von Merten-Beeskow (Mark), Geheimer Regierungsrat Professor Dr. Eugen Meyer-Charlottenburg, Geheimer Regierungsrat Professor Müller-Breslau-Berlin-Grunewald, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, Wirklicher Geheimer Rat Exzellenz Naumann-Berlin, Dr.-Ing. h. c. Oertz-Hamburg, Generalmajor Oschmann-Berlin-Steglitz, Direktor Rasch Staaken, Zeppelin-Werke, Professor Dr.-Ing. Reissner-Berlin-Wilmersdorf, Geheimer Regierungsrat Professor Dr. Romberg-Berlin-Nikolassee, Geheimer Regierungsrat Professor Dr.-Ing. e. h. Schütte-Zeesen bei Königswusterhausen, Oberstleutnant a. D. Siegert-Charlottenburg, Graf von Sierstorpff-Eltville a. Rh., Wirklicher Geheimer Rat Exzellenz von Valentini-Hameln, Geheimer Regierungsrat Professor Dr. Wachsmuth-Frankfurt a. M., Major Wagenführ-Berlin, Wirklicher Geheimer Oberbaurat Dr.-Ing. Zimmermann-Berlin.

Kommissare der Behörden: Ministerialdirektor Dammann-Berlin (Reichsamt des Innern), Kapitänleutnant z. S. Eberius-Kiel (Inspektion des Torpedowesens), Geheimer Baurat Lerche-Zehlendorf-West (Reichspostamt), Korvettenkapitän Faber-Berlin (Marineflugchef), Geheimer Marinebaurat Reitz-Berlin (Abteilungschef im Reichsmarineamt), Oberst Thomsen-Berlin (Chef der Luftfahrtabteilung des Kriegsministeriums), Hauptmann Willikens-Berlin (Inspektion der Luftschifftruppen), General der Infanterie Exzellenz von Haenisch-Berlin (Generalinspektion des Militärverkehrswesens).

II. Geschäftsführender Vorstand.

Geheimer Regierungsrat Dr. von Böttinger-Arendorf i. d. Neumark,
Professor Dr. Prandtl-Göttingen,
Geheimer Regierungsrat Professor Dr.-Ing. Barkhausen-Hannover,
Geheimer Regierungsrat Professor Dr. Hergesell-Lindenberg (Kreis Beeskow).

Geschäftsführer:

Hauptmann a. D. Krupp.
Geschäftsstelle: Berlin W. 35, Schöneberger Ufer 40 pt., Flugverbandhaus.
Telegrammadresse: Flugwissen; Telephon: Amt Lützow Nr 6508.

III. Wissenschaftlich-Technischer Ausschuß.

Vorsitzender: Major Professor Dr.-Ing. von Parseval-Charlottenburg.

IV. Unterausschüsse.

Ausschuß zur Beurteilung von Erfindungen.

Obmänner: Major Professor Dr.-Ing. von Parseval-Charlottenburg, Professor Romberg-Berlin-Nikolassee.

Ausschuß für literarische Auskünfte und Literaturzusammenstellung.

Obmann: Professor Dr.-Ing. Bendemann-Berlin.

Ausschuß für Motoren.

Obmann: Professor Romberg-Berlin-Nikolassee.

Ausschuß für konstruktive Fragen mit besonderer Berücksichtigung der Sicherheitsvorschriften.

Obmann: Professor Dr.-Ing. Reissner-Berlin-Wilmersdorf.

Ausschuß für medizinische und psychologische Fragen.

Obmann: Hofrat Professor Dr. Friedländer-Littenweiler b. Freiburg i. Br.

Ausschuß für Vereinheitlichung der Fachsprache.

Obmann: Geheimrat Professor Dr. Eugen Meyer-Charlottenburg.

Ausschuß für Meßwesen.

Obmann: Geheimrat Professor Dr. Wachsmuth-Frankfurt a. M.

Ausschuß für Aerologie.

Obmann: Geheimer Regierungsrat Professor Dr. Hergesell-Lindenberg (Kreis Beeskow).

Ausschuß für elektrostatische Fragen.

Obmann: Professor Dr. Linke-Frankfurt a. M.

Ausschuß für drahtlose Telegraphie.

Obmann: Privatdozent Dr. Dieckmann-Gräfelting bei München.

Ausschuß für Navigierung.

Obmann: Wirklicher Geheimer Admiraltätsrat Capelle-Hamburg.

Kommission für einen Wettbewerb um einen aufzeichnenden Beschleunigungsmesser für Flugzeuge.

Obmann: Professor Dr.-Ing. Reissner-Berlin-Wilmersdorf.

Kommission zur Aufstellung grundlegender Berechnungssätze für den Flugzeugbau und Aufstellung von Belastungsversuchen.

Obmann: Professor Dr.-Ing. Reissner-Berlin-Wilmersdorf.

Wertungsformel-Kommission.

Obmann: Professor Dr.-Ing. Reissner-Berlin-Wilmersdorf.

Ärzte-Kommission.

Obmann: Hofrat Professor Dr. Friedländer-Littenweiler b. Freiburg i. Br.

V. Mitglieder.**a) Lebenslängliche Mitglieder.**

<p>Biermann, Leopold O. H., Landsitz „Hoher Kamp“, Post St. Magnus b. Bremen.</p> <p>Hagen, Karl, Bankier, Berlin W. 35, Derflingerstr. 12. (Sommeradresse; Wildpark-Potsdam.)</p> <p>Selve, Walter, Rittmeister, Fabrik- und Rittergutsbesitzer, Altena i. W.</p>	<p>Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt E. V., Berlin SW. 61, Belle-Alliance-Platz 2. Vertreter: Exz. Mauve, Vizeadm. z. D., Präsident der D. V. L. Sächs. Automobil-Klub E. V., Dresden-A., Waisenhausstr. 29 I.</p>
--	---

b) Ordentliche Mitglieder.

<p>Ackermann-Teubner, Alfred, Hofrat, Dr.-Ing. h. c., Leipzig, Poststr. 3.</p> <p>Ahlborn, Friedrich, Professor Dr., Hauptmann d. R., Hamburg 22, Uferstr. 23.</p> <p>Antrick, Otto, Dr., in Firma Chem. Fabrik auf Aktien vorm. E. Schering, Berlin-Westend, Ahornallee 25.</p> <p>Apfel, Hermann, Kaufm., Leipzig, Brühl 62.</p> <p>Arco, Georg, Graf, Dr. phil. h. c., Direktor der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie, Tempelhof, Albrechtstr. 49/50.</p> <p>Bader, Hans Georg, Dr.-Ing., Berlin W. 30, Stübbenstr. 8.</p> <p>Banki, Donat, Professor, Budapest, Ung. Josefs-Polytechnikum.</p>	<p>Barkhausen, Geh. Regierungsrat Professor Dr.-Ing., Hannover, Oeltzenstr. 26.</p> <p>Basenach, Nikolas, Dr.-Ing., Maybach-Motorenbau Wildpark-Potsdam, Potsdam, Marienstr. 9.</p> <p>Bauersfeld, W., Dr.-Ing., Jena, Sonnenbergstr. 1.</p> <p>Baumann, A., Professor, Stuttgart, Danneckerstr. 39a.</p> <p>Baumgart, Max, Leutnant d. R., Ingenieur, Berlin W. 57, Winterfeldstr. 15.</p> <p>Bayer, Friedrich, Geh. Kommerzienrat, Elberfeld. (Sommersitz: Hochdahl-Düsseldorf)</p> <p>Becker, Eduard, in Firma Fuess, Berlin-Steglitz, Düntherstr. 8.</p>
---	--

- Becker, Ernst, Regierungsbaumeister, Charlottenburg, Kesslerstr. 43.
- Bendemann, F., Professor Dr.-Ing., Direktor der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt, Berlin SW. 61, Belle-Alliance-Platz 2.
- Berndt, Geh. Baurat Professor, Techn. Hochschule, Darmstadt, Martinstr. 50.
- Bernhardt, C. H., Fabrikbesitzer, Dresden-N., Alaunstr. 21.
- Berson, A., Professor, in Firma C. P. Goerz Optische Anstalt, Berlin-Lichterfelde-West, Fontanestr. 2 b.
- Bertram, Kapitänleutnant, Warnemünde, Seeflugzeugversuchskommando.
- Besch, Marinebaurat, Reichmarineamt (Luftfahrtabteilung), Berlin W. 10, Königin-Augusta-Str. 38/42.
- Betz, Albert, Dipl.-Ing. Dr. phil., Abt.-Leiter der Modellversuchsanst., Göttingen, Böttingerstr. 8.
- Beyer, Hermann, Chem. Bleicherei Öderan, Dresden, Prager Str. 47.
- Bier, Heinrich, Oberleutnant a. D., Generaldirektor d. Ung. Lloyd-Flugzeug- u. Motorenfabrik, Budapest V, Tükör Uteza 2.
- Blasius, H., Dr., Hamburg 22, Richardstr. 50 a I.
- Blumenthal, Otto, Professor Dr., Techn. Hochschule, Aachen, Rütcherstr. 38.
- Bock, Ernst, Dr.-Ing., Chemnitz, Würzburger Str. 52.
- v. Borsig, Conrad, Geh. Kommerzienrat, Berlin N. 4, Chausseestr. 13.
- v. Borsig, Ernst, Geh. Kommerzienrat, Berlin-Tegel, Reiherwerder.
- v. Böttinger, Henry T., Geheimer Reg.-Rat Dr. phil. h. c. Dr.-Ing. e. h., Arensdorf i. d. Neumark.
- Boykow, Hans, Leutnant, in Firma Optische Anstalt C. P. Goerz, Berlin-Schöneberg, Hauptstr. 85.
- Brauer, E., Geh. Hofrat Professor Dr., Techn. Hochschule, Karlsruhe (Baden), Mathystr. 20.
- Bredentreker, Major, Berlin-Schöneberg, Martin-Luther-Str. 47.
- Brickenstein, Oskar, Kaufmann, Berlin-Friedenau, Kaiser-Allee 79 a.
- Bucherer, Max, Ziviling., Reinickendorf-West, Scharnweberstr. 108 I.
- Budde, Professor Dr., Berlin-Wilmersdorf, Xantener Str. 7. (Sommeradresse: Feldafing am Starnberger See).
- v. Buttlar, Hauptmann, Charlottenburg, Dahlmannstr. 19.
- Capelle, Wirkl. Geh. Admiralitätsrat, Direktor der Deutschen Seewarte, Hamburg 9.
- Cargarico, Hptm., i. Fa. Franz Schneider, Flugmaschinenwerke, Berlin - Stegitz, Mariendorferstr. 29.
- Cohnheim, O., Professor, Hamburg, Loogestiegasse 13.
- Coulmann, W., Marinebaurat, Kid-Wik, Woldemarstr. 7.
- Dammann, Ministerialdirektor, Berlin W. 8, Reichsamt des Innern.
- Dechamps, H., Obering., Bremen, Hornerstr. 37.
- Degn, P. F., Dipl.-Ing., Neumühlen-Dietrichsdorf, Katharinenstr. 3.
- Deutrich, Joh., Leutnant d. R., Automobil & Aviatik A.-G., Leipzig, Fockestr. 19 pt.
- Dieckmann, Max, Privatdozent Dr., Gräfel-fing b. München, Bergstr. 42.
- Dingslage, Franz, Obering., in Firma Siemens & Halske, Berlin W. 50, Mar-burger Str. 5.
- v. Doblhoff, Walther, Frhr., Dr.-Ing., Oberingenieur d. Imperator-Werke Wittenau, Hermsdorf b. Berlin, Kaiserstr. 25.
- Dorner, H., Dipl.-Ing., Hannover, Hindenburgstr. 25.
- Dornier, C., Dipl.-Ing., Friedrichshafen a. B., Königsweg.
- Dörr, W. E., Dipl.-Ing., Direktor des Luftschiffbau Zeppelin, Staaken b. Spandau.
- Drechsel, Hauptmann, Karlshorst, Riasstr. 5.
- Drexler, Franz, Ingenieur, Direktor der Kreiselbau G. m. b. H., Berlin-Friedenau, Kaiserallee 118.
- Drösel, Marine-Schiffsbaumeister, Berlin SW. 11, Hallesche Str. 19.
- Duisburg, Carl, Generaldirektor, Geh. Reg.-Rat Professor Dr.-Ing., Dr. med., Leverkusen b. Köln a. Rh.
- Dürr, Oberingenieur Dr.-Ing. h. c., Direktor der Luftschiffbau Zeppelin G. m. b. H., Friedrichshafen a. B.
- Eberhardt, C., Dipl.-Ing., Professor a. d. Techn. Hochschule, Darmstadt, Inselstr. 43 I.
- Eberius, Kapitän z. S., Kiel, Inspektion des Torpedowesens.
- Ehrensberger, Dr., Direktor in Firma Krupp, Traunstein (Oberbayern).

- v. Einsiedel, Hugo, Dr. med., prakt. Arzt, Dresden, Reichenbachstr. 1.
- Eisenlohr, Roland, Dipl.-Ing., Karlsruhe (Baden), Jahnstr. 8.
- Emden, Professor Dr., München, Habsburger Str. 4.
- Engberding, Marinebaurat, Berlin-Schöneberg, Grunewaldstr. 59.
- Everling, E., Dr., Privatdozent, Abteilungsleiter der D. V. L., Cöpenick, Lindenstr. 10.
- Faber, Korvettenkapitän, Marineflugchef, Berlin, Viktoriastr. 33.
- Fehlert, Patentanwalt Dipl.-Ing., Berlin SW., Belle-Alliance-Platz 17.
- Fiedler, Wilhelm, Kaufmann, Dresden-A., Bergstr. 15 pt.
- Finsterwalder, Geh. Reg.-Rat Professor Dr., München-Neuwittelsbach, Flüggensstr. 4.
- Fischer, Emil, Exzellenz, Wirklicher Geh. Reg.-Rat Professor Dr., Berlin N. 4, Hessische Str. 2.
- Fischer, P. B., Professor, Berlin-Lichterfelde-West, Sternstr. 31a.
- Fleischer, Alex. Friedr., Kaufmann, Neukölln, Selchower Str. 23/24 II.
- Focke, Heinrich, cand. ing., Hannover, Gerberstr. 25 II.
- Föttinger, H., Professor Dr.-Ing., Zoppot, Budekerweg 13.
- Franken, Regierungsbaumeister, in Firma Stern-Sonneborn, Berlin N., Gerichtstr. 27.
- v. Fremery, Hermann, Direktor, Schloß Spindlhof Post Regenstadt.
- Freudenreich, Walter, Ingenieur, Charlottenburg, Pestalozzistr. 35.
- Friedländer, Hofrat Professor Dr., Littenweiler b. Freiburg i. Br., Haus Sonnblick.
- Friese, Robert M., Professor, Charlottenburg, Schillerstr. 12.
- Fröbus, Walter, Direktor der Luft-Fahrzeug-Gesellschaft m. b. H., Charlottenburg, Kaiserdamm 10.
- Froehlich, Wilhelm, Ingenieur u. Generaldirektor a. D., Berlin-Wannsee, Tristansstr. 11.
- Fuchs, Richard, Professor Dr., Berlin-Halensee, Ringbahnstr. 7.
- Fuess, Paul, Fabrikant, Berlin-Steglitz, Fichtestr. 45.
- v. Funcke, Major, Dresden-N., Arndstr. 9.
- Gabriel, Michael, Direktor und Verwaltungsrat d. Phönix-Flugzeugw., Wien IV, Wiedener Hauptstr. 17 (Habighof).
- Gans, Leo, Geh. Kommerzienrat Dr. Dr. med. h. c., Frankfurt a. M., Barkhausenstr. 14.
- Gaule, Karl, Dipl.-Ing., Technische Hochschule, Danzig-Langfuhr.
- Gebers, Professor Dr.-Ing., Direktor der Schiffbautechn. Versuchsanstalt, Wien XX, Brigittenuferlände 255.
- Geerditz, Franz, Hauptmann, Charlottenburg, Kaiserallee, Ecke Waghäuserstr.
- Gehlen, K., Dr.-Ing., Leiter der Abt. Flugzeugbau der A.-G. „van Berkel's Patent“, Rotterdam, Heemraadsiegel 104.
- George, Major, Verkehrstechnische Prüfungskommission, Charlottenburg, Mindener Str. 24.
- Gerdien, Hans, Professor Dr. phil., Leiter des chem.-physik. Laboratoriums von Siemens & Halske, Berlin-Grunewald, Franzensbader Str. 5.
- Gerhards, Wilhelm, Marine-Oberingenieur, Kiel, Lübecker Chaussee 2 I.
- Giesecke, Ernst, Ökonomierat, Klein-Wanzleben (Bez. Magdeburg).
- Giessen, Torpedo-Chef-Ingenieur, Reinfeld.
- Glaser, J. Ferdinand, Ingenieur, Frankfurt a. M., Leerbachstr. 54 I.
- Goebel, Ernst, Dipl.-Ing., Charlottenburg, Roscherstr. 15 II.
- Gohlke, Ingenieur, Leutnant d. L., Berlin-Steglitz, Ahornstr. 3.
- Goldschmidt, Hans, Professor Dr., Berlin NW. 7, Mittelstr. 2-4 II.
- Goldschmidt, Karl, Kommerzienrat Dr., Essen (Ruhr), Chem. Fabrik u. Zinnhütte
- Goldstein, Karl, Dipl.-Ing., Diskuswerke, Frankfurt a. M., Neue Mainzer Str. 24.
- Grade, Hans, Ingenieur, Bork, Post Brück (Mark).
- Gradenwitz, Richard, Ingenieur, Fabrikbesitzer Dr.-Ing. h. c., Berlin-Grunewald, Winklerstr. 6.
- Gramberg, A., Professor Dr., Oberingenieur der Höchster Farbwerke, Frankfurt a. M., Bürgerstr. 68.
- Grammel, R., Dr., Halle/S., Yorkstr. 11.
- van Gries, Aloys, Leutnant d. R., Dipl.-Ing., Rheinbrohl, Hauptstr. 98.
- Grod, C. M., Dipl.-Ing., in Firma Kondor Flugzeugwerke G. m. b. H., Essen, Postfach 276.

- Grosse, Professor Dr., Vorsteher des meteorologischen Observatoriums, Bremen, Freihafen 1.
- Grübler, M., Geheimrat Professor Dr., Dresden-A., Bernhardstr. 98.
- Grulich, E., Dr. med., Höchst i. Odenwald.
- Grulich, Karl, Dipl.-Ing., Oberingenieur der Werft Warnemünde des Flugzeugbau Friedrichshafen G. m. b. H., Warnemünde, Diedrichshäger Chaussee 5.
- Gsell, Robert, Dipl.-Ing., stellv. Leiter d. Instrumentenabt. d. D. V. L., Grünau (Mark), Wilhelmstr. 1.
- Gümbel, Professor Dr.-Ing., Leutnant d. R., Charlottenburg, Schloßstr. 66.
- Gutbier, Walter, Ingenieur und Direktor der Flugmaschine Rex G. m. b. H., Köln-Ossendorf.
- Gutermuth, Ludno, Dipl.-Ing., Lt. d. R., Berlin W. 62, Kleiststr. 34, Pension Gubner.
- Haas, Rudolf, Dr.-Ing., Herrenalb (Württ.), Elbinger Str. 113.
- Haber, Fritz, Geh. Reg.-Rat Professor Dr., Direktor d. K.-W.-Institutes f. Physik, Chemie u. Elektrochemie, Berlin-Dahlem, Faradayweg 8.
- Hahnemann, W., Direktor der Signal-Gesellschaft m. b. H., Kiel, Werk Ravensburg, Am Habsburger Ring.
- Halben, Dr., Augenarzt, Berlin W. 15., Fasanenstr. 72 pt.
- Hanfland, Curt, Ing., Berlin W., Bayreuther Str. 7.
- v. Hänisch, Exzellenz, General d. Inf., Generalinspekteur d. Militär-Verkehrswesens Berlin W. 15, Kurfürstendamm 179.
- Harmsen, Conrad, Dipl.-Ing. für Schiffbau, Cöpenick-Wendenschloß, Fontanestr. 12.
- Harpner, Robert, Ingenieur, Geschäftsführer der E. Rumpler-Luftfahrzeugbau G. m. b. H., Berlin NW. 21, Dortmunder Str. 14.
- Hassenbach, Hermann, Dipl.-Ing., Danzig-Langfuhr, Gustav-Radde-Weg 3 pt.
- Hatlapa, Willy, Dipl.-Ing., Aachen, Düppelstr. 20.
- Heidelberg, V., Dipl.-Ing., Bensberg b. Köln, Kol. Frankenforst.
- Heimann, Dr. jur., 1. Direktor d. Knappschafts-Rückversicherungsverbandes in Charlottenburg, Berlin-Grünwald, Joseph-Joachim-Str. 23.
- Heimann, Heinrich, Dr. phil., Dipl.-Ing., Berlin-Wilmersdorf, Motzstr. 38.
- Heinkel, Ernst, Ingenieur, Direktor der Hansa- und Brandenburgischen Flugzeugwerke A.-G., Grumbach b. Schorn-dorf (Württemberg).
- Heinrich, Prinz von Preußen, Königliche Hoheit, Dr.-Ing., Kiel.
- Heinrich, Waldemar, Betriebsing., Halle a. S., Schillerstr. 28.
- Heis, Bernhard, Dr., Hauptmann d. R., Göttingen, Friedländerweg 13.
- Hergesell, H., Geh. Reg.-Rat Professor Dr., Präsident d. Dt. Luftfahrerverbandes, Lindenberg (Kr. Beeskow), Pr. Aeronaut. Observatorium.
- Herrmann, A., Regierungsbaumeister, Dipl.-Ing., Zeppelinwerke Staaken bei Spandau.
- Herzing, Wilhelm, Kaufmann, Dresden-A., Reichsstr. 11 II.
- Hiehle, K., Oberingenieur d. Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, Mannheim S. 6. 25.
- Hildebrandt, Dr. phil., Hauptmann a. D., Goslar a. H., Zeppelinstr. 3.
- Hirth, Helmuth, Leutnant d. R., Obering., Cannstatt b. Stuttgart, Pragstr. 34.
- v. Hofe, Chr., Dr. phil., Zehlendorf (Wsb.), Parkstr. 3.
- Hoff, C. Th. Wilhelm, Dr.-Ing., stellv. Dir. d. D. V. L., Cöpenick, Gutenbergstr. 2.
- Hoffmann, Dipl.-Ing., Direktor d. Aviatik A.-G., Leipzig-Heiterblick.
- Hohenemser, M. W., Bankier, Frankfurt a. M., Neue Mainzer Str. 25.
- Hopf, L., Dr., Walchstadt Post Ebenhausen.
- Hormel, Walter, Kapitänleutnant a. D., Warnemünde, Moltkestr. 9, Villa Troja.
- v. Hoernes, Hermann, Oberst, Linz a. D., Roseggerstr. 3.
- Horstmann, Marinebaumeister, Warnemünde, Haus Ilse.
- Hromadnik, Julius, Ingenieur, Oberleutnant d. R., Schwanheim b. Frankfurt a. M., Schwanthaler Str. 55.
- Huppert, Professor, Direktor des Kyffhäuser Technikums, Frankenhäuser a. Kyffhäuser.
- Huth, Erich F., Dr.-Ing., Berlin W. 30, Landshuter Str. 9.
- Huth, Fritz, Professor Dr., Neukölln, Bergstraße 135.
- Jablonsky, Bruno, Berlin W. 15, Kurfürstendamm 18.

- Jaekel, Kurt, Zivilingenieur, Berlin W. 62, Lutherstr. 50.
- Joachimczyk, Alfred Marcel, Dipl.-Ing., Berlin W., Courbierestr. 96.
- Jonas, Otto, Bankier, Hamburg, Neuerwall 26/28.
- Joseph, Ludwig, Justizrat, Rechtsanwalt Dr., Hauptmann d. R., Frankfurt a. M., Taunusstr. 1.
- Junkers, Hugo, Professor Dr.-Ing. e. h., Dessau, Albrechtstr. 47.
- Kann, Heinrich, Oberingenieur, Charlottenburg, Ilsenburger Str. 2.
- v. Karman, Th., o. Prof. a. d. Techn. Hochschule Aachen, Lousbergstr. 20.
- Kasinger, Direktor, Berlin W. 35, Schöneberger Ufer 40.
- v. Kehler, Richard, Major, Charlottenburg, Dernburgstr. 49.
- Kelling, Erich, Dipl.-Ing., Leutnant d. R., Rostock (Mecklbg.), Blücherstr. 20.
- Kempf, Günther, Dr.-Ing., Oberleutnant d. R., Hamburg-Bergedorf, Ernst-Mantius-Str. 22.
- Kiefer, Theodor, Chefingenieur d. Luftfahrzeug-Gesellschaft, Bitterfeld, Kaiserstr. 40.
- Kirste, Leo, Dipl.-Ing., Wien II, Erzherzog-Karl-Platz 18 T. 12.
- Klingenberg, G., Professor Dr., Dr.-Ing. h. c., Dr. phil., Charlottenburg, Neue Kantstr. 21.
- Knoller, R., Professor, Wien VI, Röstlergasse 6.
- Knorr, Robert, Dipl.-Ing., München, Galeriestr. 35 a I. Pension Rub.
- Kober, Th., Dipl.-Ing., Direktor d. Flugzeugbau Friedrichshafen G. m. b. H., Friedrichshafen a. B.
- Koebe, Paul, o. Professor Dr., Jena, Scheidestr. 2.
- Kölzer, Josef, Dr., Meteorologe, Leutnant d. R., Berlin W. 30, Nollendorfstr. 29/30.
- Koenig, A., Dipl.-Ing., Berlin W. 62, Nettelbeckstr. 17 II.
- Kook, E., Dipl.-Ing., Köln-Ehrenfeld, Gutenbergstr. 130.
- Krause, H., Marinebaumeister, Warnemünde, Blücherstr. 5.
- Krause, Max, Fabrikbesitzer, Berlin-Steglitz, Grunewaldstr. 44.
- Krell, O., Professor, Direktor der Siemens-Schuckert-Werke, Berlin-Dahlem, Cronberger Str. 26.
- Krey, H., Regierungsbaurat, Leiter der Versuchsanstalt f. Wasserbau u. Schiffbau, Charlottenburg, Leibnizstr. 20 III.
- Kromer, Ingenieur, Leutnant d. R., Leiter d. Abt. Luftfahrzeugbau d. Polytechnikums Frankenhausen a. Kyffh.
- Krupp, Hauptmann, Geschäftsführer der W. G. L., Charlottenburg, Kaiserdamm 23, II, Eingang Stülpnagelstr.
- Kutta, Wilhelm, Professor Dr., Stuttgart, Römerstr. 138 I.
- Kutzbach, K., Professor, Direktor am Versuchs- u. Materialprüfungsamt d. Techn. Hochschule Dresden, Dresden-A., Liebigstr. 22.
- Lange, Marineoberingenieur, Flensburg.
- Lanz, Karl, Dr., Mannheim, Carolastr. 18.
- Laudahn, Wilhelm, Marinebaurat, Berlin-Lankwitz, Meyer-Waldeckstr. 2 pt.
- v. Ledermann, H., Rittergutsbesitzer, Breslau V, Museumsplatz 15 I.
- Leiber, J. E., Direktor, Leipzig-Gohlis, Kleiststr. 8.
- v. Lepel, Egbert, Rittmeister a. D., Ingenieur, Berlin-Wilmersdorf, Weimarische Str. 4.
- Lerche, Geh. Baurat, Zehlendorf, Rotherstieg 8.
- Leuschel, Franz, Marineoberingenieur, List auf Sylt.
- Lewald, Th., Wirkl. Geh. Oberregierungsrat, Ministerialdirektor, Reichsamt des Innern, Berlin W. 10, Kaiserin-Augusta-Str. 58.
- Lilienthal, Gustav, Baumeister, Altwarp (Haff).
- v. Linde, C., Geheimrat Professor Dr., München 44, Prinz-Ludwigs-Höhe.
- Lindgens, Adolf, Köln-Bayenthal, Oberländer Ufer 130.
- Link, Regierungsbaumeister, Zeppelinwerke Lindau.
- Linke, F., Professor Dr., Frankfurt a. M., Mendelssohnstr. 77.
- Lipfert, Alfred, Ingenieur u. Flugzeugführer, Dresden-N. 30, Kötzschenbrodaer Str. 76.
- Loewel, Carl Aug., Ingenieur, München, Bavariaring 22/23.
- Lorenzen, C., Ingenieur, Fabrikant, Luftschraubenbau, Berlin-Neukölln, Richardplatz 19.
- Lucic, Nikolaus, Seekadett, Triest.

- Ludewig, P., Dr., Privatdozent, a. o. Professor u. Vorstand d. Radium-Institutes Freiberg i. Sa., Albertstr. 22.
- Lürken, M., Oberingenieur, Dessau, Ringstr. 23.
- Madelung, E., Dr., Leutnant d. R., o. Professor a. d. Universität Kiel.
- Madelung, Georg, Leutnant d. R., Dipl.-Ing., Dessau, Askanische Str. 105.
- Mader, Dr.-Ing., Direktor d. Forschungsanstalt Professor Junkers, Dessau, Kaiserplatz 22.
- Mades, Rudolf, Dr.-Ing., Berlin-Schöneberg, Kaiser-Friedrich-Str. 6 III.
- Mangelsdorff, Oberingenieur, Kapitänleutnant, Kiel, Feldstr. 152.
- Marcuse, Adolf, Professor Dr., Charlottenburg, Dahlmannstr. 12.
- v. Martius, C. A., Dr., Berlin W. 9, Voßstr. 12.
- Marx, Otto, Direktor d. Luftverkehrs-Gesellschaft m. b. H., Johannisthal.
- Maschke, Georg, Rentier, Charlottenburg, Goethestr. 1.
- Masse, Alfred, Hamburg, Mittelweg 31 I.
- Maurer, Ludwig, Dipl.-Ing., Oberingenieur b. Automobil & Aviatik A.-G., Leipzig-Gohlis, Platnerstr. 9a III.
- Maybach, Karl, Direktor, Friedrichshafen a. Bodensee.
- Meckel, Paul A., Bankier, Berlin NW. 40, In den Zelten 13.
- ter Meer, Geh. Kommerzienrat, Dr., Uerdingen a. Niederrhein.
- v. Merten, Exzellenz, Vizeadmiral z. D., Beeskow (Mark).
- Meißner, Alexander, Dr.-Ing., Ges. f. drahtlose Telegraphie, Berlin SW., Tempelhofer Ufer 25.
- Meyke, Torpedo-Stabs-Ing., Kiel, Wrangelstr. 30 III.
- Meyer, Alex., Lt. d. R. Dr., Amtsrichter, Berlin NW. 7, Sommerstr. 3.
- Meyer, Eugen, Geh. Regierungsrat Professor Dr., Charlottenburg, Neue Kantstr. 15.
- Meyer, Paul, Dr., Oberregierungsrat, Berlin NW., Sommerstr. 3.
- Miethe, Geh. Regierungsrat Professor Dr., Vorstand d. Berliner Vereins f. Luftfahrt, Charlottenburg, Berliner Str. 172.
- v. Miller, Oskar, Exzellenz, Geh. Baurat Reichsrat Dr., Direktor d. Deutschen Museums, München, Ferdinand-Miller-Platz 3.
- v. Mises, Edler, Professor Dr., Dresden, Liebigstr. 22.
- Mitscherling, Paul, Fabrikbesitzer, Radeburg b. Dresden, Bahnhofstr. 199.
- v. Möller, Exzellenz, Staatsminister, Berlin W., von-der-Heyd-Str. 12.
- Möller, Dr., Direktor d. Navigationsschule, Elsfleth (Oldenbg.).
- Morell, Wilhelm, Leipzig, Apelstr. 4.
- Morin, Max, Dipl.-Ing., Patentanwalt, Berlin W. 57, Yorckstr. 46.
- Müller, Curt, Dipl.-Ing., Zehlendorf (Wsb.), Markgrafenstr. 3.
- Müller, Fritz, Dipl.-Ing., Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt, Berlin-Halensee, Küstriner Str. 4 III.
- Müller, Friedrich Karl, Montjoie (Bez. Aachen).
- Müller, Richard, Geh. Marinebaurat, Kiel, Feldstr. 126.
- Müller-Breslau, H., Geh. Regierungsrat Professor Dr., Berlin-Grünwald, Kurmärkerstr.
- Munk, Max, Dr.-Ing., Luftschiffbau Zeppelin, Friedrichshafen a. B.
- Naumann, Exzellenz, Wirkl. Geh. Rat Dr., Ministerialdirektor, Berlin W. 62, Burggrafenstr. 4.
- Neesen, Marinebaumeister, Warnemünde, Blücherstr. 8.
- Neumann, Georg Paul, Hauptmann d. R., Berlin-Wilmersdorf, Trautenastr. 11.
- Nernst, W., Geh. Rat Professor Dr., Berlin W. 35, Am Karlsbad 26a.
- v. Nieber, Stephan, Exzellenz, Generalleutnant z. D., Neustrelitz, Schloßstr. 7.
- Niemann, Erich, Oberleutnant, Charlottenburg, Dernburgstr. 50.
- Noack, W., Ingenieur, Charlottenburg, Friedbergstr. 12.
- Nusselt, W., Professor Dr.-Ing., Techn. Hochschule, Karlsruhe.
- Offermann, Erich, Ingenieur, Leiter d. Techn. Abt. d. Deutschen Luft-Reederei, Charlottenburg, Berlinerstr. 157 III.
- Oertz, Max, Dr.-Ing. h. c., Hamburg, An der Alster 84.
- Oppenheimer, M. J., Fabrikbesitzer, Frankfurt a. M., Rheinstr. 29.
- Oschmann, Generalmajor, Berlin-Steglitz, Albrechtstr. 86.

- Osterland, Erich, Ingenieur, Hannover, Kokenstr. 8 III.
- Oesterlen, Fritz, Professor Dr.-Ing., Techn. Hochschule, Hannover, Callinstr. 11.
- v. Parseval, A., Professor Dr.-Ing. h. c., Major z. D., Charlottenburg, Niebuhrstr. 6.
- Peppler, Albert, Prof. Dr., Bad. Landeswetterwarte Karlsruhe.
- Pfeiffer, A., Dr.-Ing., Leiter d. Großflugzeugbaues der D. V. L., Johannisthal, Charlottenburg, Mommsenstr. 3 III.
- Poeschel, J. F., Geh. Oberstudienrat Professor Dr. phil., Meissen a. E., St. Afra.
- Pohlhausen, Ernst, Flugzeugbau Friedrichshafen, Werft Warnemünde.
- Pohlhausen, Karl, Leutnant d. R., Göttingen, Bergstr. 9.
- Polis, P. H., Professor Dr., Aachen, Monsheimallee 62.
- Poppe, Leopold, Hauptmann, Kaufmann, Bergwerksdirektor, Dresden, Sidonienstr. 4.
- Prandtl, L., Professor Dr., Göttingen, Bergstr. 15.
- Pröll, Arthur, Professor Dr.-Ing., Techn. Hochschule, Hannover, Militärstr. 18.
- Quittner, Viktor, Dr. Dipl.-Ing., Wien Rudolfsplatz 10.
- Rahtjen, Arnold, Dr. chem., Berlin-Wilmersdorf, Jenaer Str. 17 II.
- Rasch, F., Generalsekretär, Berlin W. 50, Rankestr. 50.
- Rau, Friedrich, Zivilingenieur, Berlin N. 4, Kesselstr. 16.
- Rau, Fritz, Oberingenieur, in Firma Automobil & Aviatik A.-G., Leipzig, Kronprinzenstr. 5.
- Rau, Karl, Oberingenieur, Luft-Verkehrsgesellschaft Johannisthal, Karlshorst, Stolzenfelsstr. 1.
- Reichel, W., Professor Dr.-Ing. Geh. Reg.-Rat, Direktor d. Siemens-Schuckert-Werke, Berlin-Lankwitz, Beethovenstr. 14
- Reissner, H., Professor Dr.-Ing., Berlin-Wilmersdorf, Wittelsbacherstr. 18.
- Reitz, Geh. Marineoberbaurat u. Abt.-Chef im Reichsmarineamt, Berlin-Halensee, Joachim-Friedrich-Str. 54 III.
- Reuter, Otto, Dipl.-Ing., Dessau, Albrechtstr. 11.
- Richarz, F., Geh. Reg.-Rat Professor Dr., Marburg i. Hessen.
- Riedler, A., Professor, Charlottenburg, Technische Hochschule.
- Rieppel, Paul, Professor Dr.-Ing., Danzig, Hochschule.
- Rinne, Albert, Dipl.-Ing., Charlottenburg, Dahlmannstr. 2.
- Rohrbach, Adolf K., Dipl.-Ing., Charlottenburg, Wielandstr. 18.
- Romberg, Friedrich, Geh. Reg.-Rat Professor, Berlin-Nikolassee, Teutonenstr. 20.
- Roselius, Ludwig, Kaufmann, kgl. bulg. Generalkonsul, Bremen, Böttcherstr. 6.
- Rothgießer, Georg, Ingenieur, Berlin W. 30, Martin-Luther-Str. 91.
- Roux, Max, Geschäftsleiter u. Mitinhaber der Firma Carl Bamberg, Berlin-Friedenau, Kaiserallee 87/88.
- Rumpler, E., Ingenieur, Direktor d. Rumpplerwerke Johannisthal, Charlottenburg 9, Kaiserdamm 34.
- Runge, C., Geheimrat Professor Dr., Göttingen, Wilhelm-Weber-Str. 21.
- Runge, Richard, Kaufmann, Hamburg, Gröningerstr. 14.
- Rümelin, Th., Dr.-Ing., Regierungsbaumeister a. D., München-Laim, von-der-Pfordten-Str. 23.
- Sack, Paul, Dr.-Ing. h. c., Kommerzienrat, Leipzig-Plagwitz, Karl-Heine-Str. 101.
- v. Sanden, Privatdozent Dr., Clausthal i. H.
- Seddig, Privatdozent Dr., Buchschlag bei Frankfurt a. M.
- Seehase, Dr.-Ing., Berlin-Treptow, Elsenstr. 1.
- Seitz, Carl, Major a. D., Berlin SW. 11, Schöneberger Str. 11.
- Selzer, Carl, Generaldirektor d. Albatros-Ges. m. b. H., Berlin SW. 11, Kleinbeerenstr. 6.
- v. Selasinski, Hauptmann, Paderborn, Westernstr. 34.
- Seppeler, Arnold, Ingenieur, Feuerbach, (Württ.), Eberhardstr. 70 II.
- Seppeler, Ed., Dipl.-Ing., Neukölln, Saalestr. 38.
- Seyrich, Dr.-Ing., Dipl.-Ing., Kiel-Wik, Ingenieur- und Deckoffizier Schule.
- Sieg, Georg, Marinebaurat, Kiel, Goethestr. 7.

- Siegert, Oberstleutnant a. D., Charlottenburg 9, Bundesallee 12.
- v. Sierstorpf, Graf Adalbert, Eltville a. Rh.
- Silverberg, P., Dr., Generaldirektor, Köln, Worringer Str. 18.
- Simon, Albert, Dipl.-Ing., Neu-Finkenkrug b. Berlin.
- Simon, Aug. Th., Lederfabrikant, Kirn a. d. Nahe.
- Simon, Robert Th., Kirn a. d. Nahe.
- Simon, Th., Kommerzienrat, Kirn a. d. Nahe.
- Speith, Karl, Oberingenieur, Altena i. W., Lüdenscheider Str. 44.
- v. Soden-Fraunhofen, Frhr., Dipl.-Ing., Friedrichshafen a. B., Zeppelinstr. 10.
- Solff, Karl, Hauptmann a. D., stellv. Direktor d. Ges. f. drahtl. Telegraphie, Berlin-Wilmersdorf, Kaiserallee 156.
- Süring, R., Geheimrat Professor Dr., Potsdam, Telegrafenberg.
- Schaffran, Karl, Dr.-Ing., Versuchsanstalt f. Wasserbau u. Schiffbau, Berlin NW. 23, Schleuseninsel i. Tiergarten.
- Schapira, Dr.-Ing., Direktor d. Ges. f. drahtl. Telegraphie, Berlin SW. 61, Tempelhofer Ufer 9.
- Schier, R., Dr., Berlin-Friedenau, Isoldestr. 4 II.
- Schiller, Ludwig, Dr., Hauptmann d. R., Göttingen, Theaterplatz 6.
- Schilling, Professor Dr., Bremen, Seefahrtsschule.
- Schleusner, Arno, Dipl.-Ing., Leutnant d. R., Luft-Verkehrs-Ges. Johannisthal, Waldstr. 6.
- v. Schlink, Professor Dr.-Ing., Hochschule, Braunschweig, Ganßstr. 31.
- Schmiedecke, Exzellenz, Generalleutnant, Hermsdorf b. Berlin, Waldseestr. 19.
- v. Schmidt, Aug., Geh. Hofrat, Dr., Stuttgart, Hegelstr. 32.
- Schmidt, C., Dr.-Ing., Friedrichshafen a. B., Villa Bühler.
- Schmidt, Curt, Dr. med., Nervenarzt (Sanatorium), Dresden-Strehlen, Josefstr. 12b.
- Schmidt, F., Exzellenz, Dr., Kultusminister, Berlin-Steglitz, Schillerstr. 7.
- Schmidt, K., Professor Dr., Halle a. S., Am Kirchtor 7.
- Schneider, Franz, Direktor der Franz Schneider Flugmaschinenwerke, Berlin-Wilmersdorf, Konstanzerstr. 7.
- Schnetzler, Eberhard, Ingenieur, Eschersheim b. Frankfurt a. M., Am Kirchberg 2.
- Schreiber, Oberreg.-Rat Professor Dr., Dresden-N. 6, Gr. Meißnerstr. 15.
- Schreiber, K. Aug., Dipl.-Ing., Charlottenburg, Wallstr. 26.
- Schroeder, Josef, Oberingenieur, Leipzig-Gohlis, Landsberger Str. 46.
- Schubert, Rudolf, Dipl.-Ing., Friedrichshagen, Seestr. 63.
- Schulte-Frohlinde, H., Dipl.-Ing., Friedrichshafen a. B., Seemoos 2.
- Schütte, Geh. Reg.-Rat Professor Dr.-Ing. h. c., Techn. Hochschule, Zeesen b. Königswusterhausen, Schütte-Lanz-Str.
- Schwager, Otto, Dipl.-Ing., Charlottenburg, Friedbergstr. 24.
- Schwarz, Ernst, Leutnant d. R.
- Schwarzenberger, Hauptmann, Berlin-Halensee, Kurfürstendamm 94/95.
- Schwerin, Edwin, Dr.-Ing., Charlottenburg, Schillerstr. 62.
- Stahl, Karl, Oberingenieur, Friedrichshafen a. B., Seestr. 37.
- Starke, Vizeadmiral z. D., Berlin-Lichterfelde-West, Mühlenstr. 23.
- von den Steinen, Carl, Dipl.-Ing., Marine-Bauführer, Kiel, Esmarchstr. 61.
- Steinitz, Otto, Dr.-Ing., Betriebsleiter d. Propellerfabrik Lorenzen, Berlin S. 61, Bergmannstr. 51.
- Stieber, W., Dipl.-Ing., Amberg (Oberpf.).
- Straubel, Professor Dr. phil., Dr. med. h. c., Geschäftsleiter d. Zeißwerke, Jena, Botzstr. 10.
- Struve, Philipp, Dipl.-Ing., Leipzig, Humboldtstr. 12.
- Taaks, O., Dr.-Ing., Geh. Baurat, Ziviling., Hannover, Marienstr. 14.
- Tepelmann, Dr.-Ing., Hauptm. a. D., Ind. Firma Vieweg & Sohn, Braunschweig, Viewegstr. 1.
- Tetens, Otto, Professor Dr., Observator, Lindenberg (Kreis Beeskow), Observatorium.
- Thelen, Robert, Dipl.-Ing., Hirschgarten b. Friedrichshagen, Eschenallee 5.
- Theis, Karl, Dipl.-Ing., Techn. Leiter d. Halberstädter Flugzeugwerke, Halberstadt, Hohenzollernstr. 19 III.
- Thoma, Dieter, Dr.-Ing., Gotha, Schöne Allee 6.

- Thomsen, Oberst, Chef der Luftfahrt-
abteilung im Kriegsministerium, Berlin
W. 66, Leipziger Str. 5.
- v. Thüna, Frhr., Sindelfingen i. Württ.
- Tischbein, Willy, Direktor d. Continental-
Caoutchouc & Guttapercha Comp., Han-
nover, Vehrenwalder Str. 100.
- Treitschke, Friedrich, Fabrikbesitzer, Leut-
nant d. R., Kiel, Niemansweg 81 b.
- Treffitz, E., Dr., Professor an der Techn.
Hochschule, Aachen, Lousberger Str. 38.
- Trommsdorff, Herm., Professor Dr., Ober-
lehrer, Göttingen, Am Weißen Stein 21.
- v. Tschudi, Major, Direktor des Flug-
platzes Johannisthal, Berlin-Schöneberg,
Apostel-Paulus-Str. 16.
- Ursinus, Oskar, Zivilingenieur, Frankfurt
a. M., Bahnhofsplatz 8.
- v. Valentini, Exzellenz, Wirkl. Geh. Rat
Dr., Hameln a. W., Ostertorwall 12.
- Visnya, Aladar, Professor Dr., Direktor d.
höheren Mädchenschule, Sopron (Ung.),
Deakplatz 30.
- Voigt, W., Geheimrat Professor Dr., Göt-
tingen, Grüner Weg 1.
- Vollbrandt, Adolf, Kaufmann, Freiberg
i. Br., Bayernstr. 6.
- Vollmann, Richard, Sebnitz i. Sa., Hertigs-
walder Str. 1.
- Vorreiter, A., Zivilingenieur, Berlin-Nikolas-
see, Gertrudstr. 3.
- Voßnack, E., Professor, Techn. Hochschule
Delft i. Holland.
- Wachsmuth, R., Geh. Reg.-Rat Professor
Dr., Frankfurt a. M., Robert-Mayer-
str. 4.
- v. Wacker, Alexander, Ritter, Dr. phil. et
jur. h. c., Geh. Kommerzienrat, Scha-
chen b. Lindau i. Bay.
- Wagenführ, Major, Berlin W., Friedrich-
Wilhelm-Str. 18.
- Wagner, H., Geheimrat Professor Dr., Göt-
tingen, Grüner Weg.
- Wagner, Rud., Dr., Oberingenieur, Ham-
burg, Bismarckstr. 105.
- Wahl, Marinebaurat a. D., Ilmenau i. Thür.,
Goethestr. 21.
- Wallach, O., Geh. Rat Professor Dr., Göt-
tingen, Hospitalstr. 10.
- Walter, M., Direktor d. Norddeutschen
Lloyd, Bremen, Lothringer Str. 47.
- Wankmüller, R., Direktor, Berlin W. 15,
Kurfürstendamm 74.
- Wassermann, B., Leutnant d. L., Dipl.-
Ing., Patentanwalt, Berlin SW. 68, Ale-
xandrinenstr. 1 b.
- Weber, M., Professor Techn. Hochschule
Charlottenburg, Berlin-Nikolassee, Luck-
haffstr. 19.
- de Weerth, Fritz, Dr., Elberfeld, König-
str. 28.
- Wegener, Curt, Dr., Hamburg-Groß-Borstel,
Warnecker Weg 15.
- Weidenhagen, R., Vorsteher der Wetter-
warte u. Leiter d. öffentl. Wetterdienstes,
Magdeburg, Bahnhofstr. 17.
- Weißmann, Robert, Dr., Staatsanwalt-
schaftsrat, Berlin-Grünwald, Niersteiner
Str. 3.
- Wendt, Fritz, Dipl.-Ing., Berlin, Belle-
Alliance-Platz 2.
- Wenger, R., a.o. Professor, Direktor d.
geophysikalischen Instituts d. Univer-
sität, Leipzig, Talstr. 38.
- Westphal, Paul, Ingenieur, Leiter der
„Axial“ Propellerfabrik, Berlin-Schöne-
berg, Hauptstr. 14/16.
- Wiechert, E., Professor Dr. Geheimrat,
Göttingen, Herzberger Landstr. 180.
- Wiener, Otto, Wien.
- Wieselsberger, C., Dr.-Ing., Abt.-Leiter
der Modellversuchsanstalt, Göttingen,
Reinholdstr. 13.
- Willikens, Hauptmann, Inspektion d. Luft-
schifftruppen, Berlin W. 50, Kurfür-
stendamm 228.
- Willmann, Paul, Fabrikbesitzer, Berlin
SW. 61, Blücherstr. 12.
- Wischer, Marinebaumeister, Rostock (Meck-
lenburg), Friedrich-Franz-Str. 109 II.
- Wolf, Heinrich, Kaufmann, Leipzig, Brühl 62.
- Wolff, Ernst, Dipl.-Ing., Hauptmann d. R.,
Direktor d. Daimler-Motoren-Gesellschaft,
Lichterfelde-Ost, Bismarckstr. 7.
- Wolff, Hans, Dr. phil., Breslau VIII, Rot-
kretscham.
- Zahn, Hugo, Leutnant d. R., Oberingenieur,
Direktor der Magirus-Werke Berlin G. m.
b. H., Berlin-Steglitz, Sedanstr. 1.
- Zahn, Werner, Hauptmann, Charlottenburg,
Joachimsthalerstr. 27.

- | | |
|---|---|
| <p>v. Zeppelin jr., Ferdinand Graf, Dipl.-Ing.,
Rittmeister d. R., Charlottenburg-West-
end, Bundesallee 6.</p> <p>Zinke, Conrad, Fabrikbesitzer, Zündschnur-
fabrik, Meißen i. Sa.</p> | <p>Ziervogel, W., Oberbergrat, Staßfurt, Stein-
str. 21.</p> <p>Zimmermann, H., Wirkl. Geh. Oberbaurat
Dr.-Ing., Berlin NW. 52, Calvinstr. 4.</p> |
|---|---|

e) Außerordentliche Mitglieder.

- | | |
|--|--|
| <p>Aero-Club von Deutschland, Berlin W. 35,
Blumeshof 17.</p> <p>Albatros-Gesellschaft für Flugzeugunterneh-
mungen m. b. H., Berlin-Johannisthal,
Flugplatz Eingang 5.</p> <p>Argus-Motoren-Gesellschaft, Berlin-Reinicken-
dorf.</p> <p>Automobil & Aviatik A.-G., Leipzig-Heiter-
blick.</p> <p>Bayerische Hof- und Staatsbibliothek, Mün-
chen.</p> <p>Bayerische Motorenwerke A.-G., München 46,
Schleißheimer Str. 288.</p> <p>Bayerische Rumpler-Werke A.-G., Augsburg.</p> <p>Benz & Cie., A.-G., Mannheim.</p> <p>Berlin-Halberstädter Industrierwerke A.-G.,
Halberstadt.</p> <p>Bezirks-Verein Deutscher Ingenieure, Aache-
ner, Aachen. Vorsitzender: Wüst.</p> <p>Bezirksverein Deutscher Ingenieure, Bergi-
scher, Elberfeld, Dessauer Str. 11. Vor-
sitzender: Otto Voigt. Schatzmeister:
C. Breidenbach.</p> <p>Bezirksverein Deutscher Ingenieure, Dresd-
ner, Dresden-A., Geschäftsstelle Schnorr-
str. 7.</p> <p>Bezirksverein Deutscher Ingenieure, Frank-
furter, Frankfurt a. M., Kreuznacher
Str. 54.</p> <p>Bezirksverein Deutscher Ingenieure, Hessi-
scher, Kassel.</p> <p>Bezirksverein Deutscher Ingenieure, Kölner,
Köln, Sionstal 5. Schatzmeister: Alb.
Benger.</p> <p>Bezirksverein Deutscher Ingenieure, Mosel,
Diedenhofen, Hüttenstr. 9. Schriftfüh-
rer: Oberingenieur H. Weber, General-
direktor Brennecke.</p> <p>Bezirksverein Deutscher Ingenieure, Pfalz-
Saarbrücker, Saarbrücken 3. Georg
Heckel.</p> <p>Bezirksverein Deutscher Ingenieure, Posener,
Posen O. 1, Königsplatz 4. Kassen-
führer: Ingenieur Wundrich.</p> | <p>Bezirksverein Deutscher Ingenieure, Rhein-
gau, Gustavsburg.</p> <p>Bezirksverein Deutscher Ingenieure, Ruhr,
Essen (Ruhr), Bahnhofstr. 38. Schatz-
meister: Ingenieur Engelhardt, Duisburg,
Zechenstr. 38.</p> <p>Bezirksverein Deutscher Ingenieure, Siegener,
Siegen. Vorsitzender: Direktor Ulbrich,
Weidenau, Waldstr. 6.</p> <p>Bezirksverein Deutscher Ingenieure, Schles-
wig-Holsteinscher, Kiel, Frankestr. 4 I,
Marinebaumeister Saalfeld.</p> <p>Bibliothek der Techn. Hochschule zu Berlin,
Charlottenburg 2.</p> <p>Chem. Fabrik Griesheim-Elektron, Frank-
furt a. M., Direktor: A. Lepsius, Frank-
furt a. M.</p> <p>Chem. Laboratorium für Handel und In-
dustrie Dr. Robert Henriques Nachf.,
Berlin W. 35, Lützowstr. 96.</p> <p>Daimler-Motoren-Gesellschaft, Werk Sindel-
fingen.</p> <p>Deutsche Flugzeug-Werke G. m. b. H.,
Leipzig-Großschocher.</p> <p>Drachenstation a. Bodensee, Friedrichshafen
a. Bodensee.</p> <p>Flensburg Stadtgemeinde, Flensburg. Ober-
bürgermeister: Dr. Todsen.</p> <p>Flugmaschine Rex G. m. b. H., Köln-Bicken-
dorf.</p> <p>Flugzeugbau Friedrichshafen G. m. b. H.,
Friedrichshafen a. B.</p> <p>Frankfurter Verein für Luftfahrt, Geschäfts-
stelle: Frankfurt a. M., Robert-Mayer-
Str. 2.</p> <p>Germania-Flugzeugwerke G. m. b. H., Leipzig-
Eutritzsch.</p> <p>Hannoversche Waggonfabrik A.-G., Han-
nover-Linden.</p> <p>Hartmann & Braun A.-G., Frankfurt a. M.,
West 13.</p> |
|--|--|

- | | |
|---|--|
| <p>Klemm, Hanns, Regierungsbaumeister, Sindelfingen, Bahnhofstr. 148.</p> <p>Kurhessischer Verein für Luftfahrt, Sektion Marburg, Marburg i. H., Physik. Institut. Vorsitzender: Professor Dr. Richarz.</p> <p>Luftschiffbau Schütte-Lanz, Mannheim-Rheinau.</p> <p>Luftschiffbau Zeppelin G. m. b. H., Staaken (Osthavelland).</p> <p>Luft-Verkehrs-Gesellschaft Komm.-Ges., Charlottenburg, Bismarckstr. 71.</p> <p>Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.-G. (Hiehle), Augsburg.</p> <p>Maybach-Motorenbau G. m. b. H., Friedrichshafen a. B.</p> <p>Militärversuchsanstalt, Berlin, Postamt Plötzensee.</p> <p>Nationale Automobil-Gesellschaft A.-G., Berlin-Oberschöneweide.</p> <p>Naturforschende Gesellschaft, Danzig, Brabant 3.</p> <p>Ölmaschinen-Laboratorium der Kgl. norwegischen Techn. Hochschule, Trondhjem (Norwegen).</p> | <p>Oertzwerke Nordseewerft der Hansa- & Brandenburgischen Flugzeugwerke A.-G., Neuhof am Reiherstieg bei Hamburg.</p> <p>Österreichischer Luftschniffer-Verband, Wien I, Tuchlauben 3.</p> <p>Otto-Werke G. m. b. H., München, Schleißheimer Str. 141.</p> <p>Physikalisches Institut der Universität Leipzig, Linnéstr. 5. Professor Dr. O. Wiener.</p> <p>Sächs. Verein für Luftfahrt, Dresden, Ferdinandstr. 5 I. Schriftführer: Dr. Schulze-Garten.</p> <p>Verein Deutscher Ingenieure, Berlin NW. 7, Sommerstr. 4a. W. Kaemmerer.</p> <p>Verein Deutscher Motorfahrzeug-Industrieller, Berlin NW. 7, Unter den Linden 12/13.</p> <p>Verein für Luftfahrt in Mainz E. V., Mainz, Gr. Bleiche 48.</p> <p>Versuchsanstalt für Kraftfahrzeuge, Wien IX/2, Severingasse 7. Leiter: Oberingenieur Zoller, Schöpfer: Exzellenz Exner.</p> <p>Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau, Berlin NW. 23, Schleuseninsel i. Tiergarten.</p> |
|---|--|
-

Kurzer Bericht über den Verlauf der IV. Ordentlichen Mitgliederversammlung 1918.

Die Tagung fand unter der Leitung des ersten Vorsitzenden, des Herrn Geheimrat Dr. h. c. v. Böttinger, vom 16. bis 18. April in Hamburg statt. Mit Rücksicht auf den Ernst der Zeit wurde von allen Vergnügungsveranstaltungen abgesehen; lediglich die wissenschaftliche Tätigkeit füllte die Tagung aus.

Der 16. April war den Sitzungen der Unterausschüsse und des Vorstands gewidmet. Dieselben fanden im Hotel „Vier Jahreszeiten“ in Hamburg statt, und zwar tagten am Vormittag der Unterausschuß für Vereinheitlichung der Fachsprache, der für Navigierung und derjenige für konstruktive Fragen.

Der Ausschuß für Vereinheitlichung der Fachsprache unter dem Vorsitz von Geh. Reg.-Rat Professor Dr. Eugen Meyer beschloß, seine Tätigkeit vorerst zu vertagen, da die Fragen der Fachsprache und der Formelzeichen zur Zeit von der Flugzeugmeisterei maßgebend erledigt würden.

Der Ausschuß für Navigierung unter Leitung des Wirklichen Geheimen Admiralitätsrat Capelle beschloß, auf den verschiedenen in Betracht kommenden Gebieten durch Sachverständige Zusammenstellungen der im Kriege erzielten Ergebnisse machen zu lassen und forderte die hierfür nötigen Geldmittel an. Der Ausschuß für konstruktive Fragen unter Leitung von Professor Reissner beriet über die Festigkeitsberechnung der Zellen von Mehrdeckern. An der interessanten Besprechung beteiligten sich außer dem Vorsitzenden noch Professor Baumann, Professor Junkers, Geheimrat Müller-Breslau mit wichtigen Mitteilungen.

Der Nachmittag gehörte der Vorstandssitzung, die die nötigen Vorbesprechungen für die Geschäftssitzung am 17. traf. Mit großem Bedauern nahm die Versammlung Kenntnis von der Erkrankung des am Erscheinen verhinderten Mitgliedes des geschäftsführenden Vorstandes, des Herrn Geheimrat Barkhausen; es wurde ihm ein Telegramm mit dem Ausdruck des Bedauerns und der besten Wünsche gesandt.

Am 17. vormittags 9¹/₂ wurde im weißen Saal des Curio-Hauses die Hauptversammlung durch den ersten Vorsitzenden, Herrn Geheimen Regierungsrat Dr. h. c. v. Böttinger, eröffnet. Derselbe gab zunächst dem großen Bedauern Ausdruck, daß der Ehrenvorsitzende der Gesellschaft, Seine Königliche Hoheit Prinz Heinrich von Preußen, am Erscheinen verhindert war und verlas das Telegramm des Prinzen.

Auf seinen Vorschlag beschloß die Versammlung, ein Antworttelegramm an den Prinzen abzusenden.

Demnächst begrüßte der Vorsitzende die Anwesenden. An Gästen aus Hamburg waren erschienen: die Vorsitzenden der Handelskammer, Herr Heye und Herr Krogmann, und viele andere Mitglieder der Hamburger Gesellschaft und Industrie. Eine besondere Ehrung erfuhr die Gesellschaft durch den Besuch des regierenden Bürgermeisters, Herrn Dr. v. Melle und des Kommandierenden Generals, Exzellenz v. Falk.

Nachdem Herr Heye erwidert und Herr Geheimrat Professor Grübler (Dresden) die Grüße des Sächsischen Vereins für Luftschiffahrt überbracht hatte, wurde in die Tagesordnung eingetreten.

Der Vorsitzende eröffnet eine längere Ansprache mit der Erklärung, daß die Abhaltung der satzungsgemäßen Mitgliederversammlung drei Jahre lang unmöglich gewesen sei, weil die Behörden die Genehmigung auch zu wissenschaftlichen Vorträgen auf dem Gebiete der Luftfahrt versagten. Nach dem ersten Vorsitzenden hörte die Versammlung den Bericht der Ausschüsse und den Haushaltsbericht und erteilte dem Kassenwart Entlastung. Dem Ausschuß für Navigierung wurden für seine Arbeiten M. 6000,— bewilligt.

Als Ort der nächsten Versammlung wurde München bestimmt.

Nunmehr begannen die wissenschaftlichen Vorträge, zunächst unter Leitung des Herrn Major v. Parseval. Leider war der Inspekteur der Fliegertruppen, Herr Oberstleutnant Siegert, durch eine Reise an die Front verhindert, seinen angekündigten Vortrag „Über Flieger an der Front und in der Heimat“ zu halten; somit eröffnete Herr Professor Bendemann die Reihe mit seinem Vortrag: „Die feindlichen Flugwissenschaften im Kriege.“ Er entrollte ein fesselndes Bild, namentlich von der Tätigkeit der Engländer, deren wissenschaftliche Arbeit in der Formgebung ihrer Flugzeuge durchzuführen ist. In der Erörterung machten die Herren Goldschmidt, Vorreiter und v. Parseval kurze Bemerkungen. Danach folgte Herr Professor Ahlborn mit seinem Vortrag: „Über den Segelflug.“ Hieran knüpfte sich eine lebhafte Diskussion, an der sich die Herren Gustav Lilienthal, Vorreiter, Geheimrat Hergesell und Professor Prandtl beteiligten. Es folgte der Vortrag des Herrn Professor Prandtl über „Tragflächen-auftrieb und -Widerstand in der Theorie“, eine zusammenfassende Darstellung der letzten Forschungsergebnisse des Vortragenden und seiner Göttinger Mitarbeiter. An der Erörterung nahmen die Herren Vorreiter, Professor Reissner und der Vortragende teil. Hierauf sprach Herr Oberleutnant d. R. Dr. Hoff über „Die Entwicklung deutscher Flugzeuge im Kriege“ und zeigte, wie sich das Flugzeug nach verschiedenen Richtungen spezialisiert hatte.

Der Abend des 17. vereinigte die Teilnehmer an der Tagung zu einem gemeinschaftlichen Abendessen im Hotel „Vier Jahreszeiten“. Hierbei hielt Herr Geheimrat Dr. v. Böttinger den Trinkspruch auf Seine Majestät den Kaiser und den Prinzen Heinrich, den Ehrenvorsitzenden der Gesellschaft. Herr Major v. Tschudi toastete auf die Stadt Hamburg und ihr Oberhaupt. Der regierende Bürgermeister, Herr Dr. v. Melle, antwortete.

Am 18. fanden die Sitzungen unter Leitung des Herrn Professor Prandtl statt. Sie gehörten vorwiegend der Meteorologie. Herr Leutnant Cloessner sprach im Namen des Kommandierenden Generals der Luftstreitkräfte über „Die Neu-

ordnung des Wetterdienstes nach dem Kriege im Heere“, Herr Dr. Steffens im Auftrag des Marineflugchefs über „Die Neuordnung des Wetterdienstes nach dem Kriege in der Marine“ und Herr Geheimrat Professor Süring im Auftrage des Ministers für geistliche und Schulangelegenheiten über „Die wissenschaftlichen Aufgaben der meteorologischen Forschung nach dem Kriege“. Hieran schlossen sich die sehr interessanten „Mitteilungen über Fortschritte an meteorologischen Beobachtungsinstrumenten“ von Dr. Georgi, die durch eine reichhaltige Ausstellung neuerer Instrumente unterstützt wurden. Den Schluß der wissenschaftlichen Vorträge bildete Herr Dipl.-Ing. Schwager mit seinem durch zahlreiche Lichtbilder unterstützten Vortrag über „Neuere Bestrebungen und Erfahrungen im Flugmotorenbau“. Es folgte noch die Vorführung einer Reihe nicht veröffentlichter Films durch Herrn Hauptmann Drechsel, die Flugszenen veranschaulichten und auch landschaftlich von hohem Reize waren. Damit war die Tagung zu Ende.

Sie war, trotzdem aus militärischen Gründen die Diskussion sehr stark hat beschränkt werden müssen, hervorragend interessant und anregend und wird sicherlich allen Teilnehmern in dauernder Erinnerung bleiben.

Ausführlicher Bericht über die IV. Ordentliche Mitglieder-Versammlung 1918.

A. Die geschäftlichen Verhandlungen

am Mittwoch, den 17. April 1918 in Hamburg, Curio-Haus, vorm. 9¹/₂ Uhr.

Vorsitz:

Geh. Reg.-Rat Dr. phil. Dr.-Ing. v. Böttinger.

Tagesordnung:

Begrüßung.

1. Bericht des Vorstandes.
2. Bericht des Wissenschaftlich-Technischen Ausschusses.
3. Bericht der Rechnungsprüfer und Entlastung des Gesamtvorstandes.
4. Vorstandswahlen.
5. Wahl von zwei Rechnungsprüfern.
6. Beschlußfassung über den Ort der nächsten ordentlichen Mitgliederversammlung.
7. Mitteilungen des Vorstandes.

Vorsitzender: Meine hochverehrten Herren! Indem ich unsere heutige Versammlung eröffne, habe ich zunächst unser aller großem Bedauern Ausdruck zu geben, daß unser Ehrenvorsitzender, Seine Königliche Hoheit Prinz Heinrich von Preußen, heute nicht hier sein kann. Wir alle werden ihn ganz besonders vermissen, da wir alle wissen, mit welcher Tatkraft und welchem lebhaften, warmen Interesse er die Aufgaben unserer Gesellschaft fördert und an ihren Verhandlungen teilnimmt. Ich hatte vor einigen Tagen an Seine Königliche Hoheit telegraphiert und die Hoffnung ausgedrückt, daß Seine Königliche Hoheit es vielleicht doch noch möglich machen könne, unsere Verhandlungen zu leiten, bekam aber gestern abend folgende Antwort:

„Teile Ihnen hiermit mit, daß ich zu meinem größten Bedauern nicht in der Lage bin, der mir so am Herzen liegenden Tagung der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Luftfahrt in Hamburg beizuwohnen. Bitte Sie, der Versammlung meinen sehr herzlichen Gruß übermitteln zu wollen. Gleichzeitig bin ich des besten Verlaufes unter Ihrem bewährten Vorsitz überzeugt.
Heinrich Prinz von Preußen.“

Wir haben daraufhin Seiner Königlichen Hoheit den ehrerbietigsten Gruß unserer Gesellschaft drahtlich übermittelt:

„Eurer Königlichen Hoheit dankt die Wissenschaftliche Gesellschaft für Luftfahrt auf das Herzlichste für das gütige Gedenken Eurer Königlichen Hoheit zu deren Jahresversammlung. Sie empfindet dabei desto schmerzlicher Eurer Königlichen Hoheit Verhinderung, dieselbe zu leiten und zu erfreuen. Um so inniger und wärmer aber dankt sie Eurer König-

lichen Hoheit für das so tatkräftige und ersprißliche Eingreifen Eurer Königlichen Hoheit für das Wohl des Vaterlandes. In größter Ehrerbietung, Dankbarkeit und Treue

Wissenschaftliche Gesellschaft für Luftfahrt

Dr. v. Böttinger.

Unter unseren Ehrengästen habe ich heute zunächst die Vertreter der Handelskammer, Herrn Meyer, Präsident derselben, und Herrn Krogmann als stellvertretenden Vorsitzenden hier zu begrüßen. Ebenso hoffen wir, noch die Ehre zu haben, den regierenden Bürgermeister von Hamburg, Seine Magnifizenz Dr. v. Melle, sowie den Kommandierenden General Exzellenz v. Falk unter uns zu sehen.

Dann begrüße ich als Vertreter des Herrn Ministers für geistliche und Unterrichts-Angelegenheiten in Preußen Herrn Geheimrat Professor Dr. Krüß. Ich kann Ihnen mitteilen, daß der Herr Minister mit lebhafter Anteilnahme und lebhaftem Interesse die Arbeiten der Wissenschaftlichen Gesellschaft verfolgt. Da er bei der gegenwärtigen Lage, besonders im Hinblick auf die bevorstehenden Etatsverhandlungen im Herrenhause, außerordentlich stark in Anspruch genommen ist, hat Seine Exzellenz Herrn Geheimrat Krüß gebeten, ihn hier zu vertreten. Darf ich Sie, hochverehrter Herr Geheimrat, bitten, Seiner Exzellenz unseren Dank für Ihre freundliche Delegation und für das Interesse, das er für uns hat, auszusprechen.

Wir haben den Reichsbehörden, die hier vertreten sind, unseren Dank ebenfalls auszusprechen, zunächst dem Kriegsministerium durch Entsendung des Herrn Generalmajor Oschmann, dem wir bei dieser Gelegenheit unsere freundlichen Glückwünsche zu seiner Beförderung zum General aussprechen und vor allem danken, daß er trotzdem noch Zeit findet, hierher zu kommen und damit die Aufgaben unserer Gesellschaft weiter zu fördern und sie tatkräftig zu vertreten.

Wir haben ferner dem Herrn Vertreter des Reichsmarineamtes und dem hiesigen Lokalkomitee, insbesondere Herrn Hauptmann Ahlborn, unseren Dank auszusprechen.

Meine Herren! Auch in unserem Kreise sind wir nicht von Verlusten verschont geblieben. Auch uns sind manche liebe Mitglieder und Freunde durch den Tod entrissen worden. Es ist eine lange Liste derjenigen, die seit unserem letzten Zusammensein aus unserem Kreise und unserer Gesellschaft gegangen sind. Es wird leicht möglich sein, alle Namen zu nennen, aber ich möchte einige derjenigen besonders erwähnen, die von Anfang an mit großer Tatkraft unsere Arbeiten gefördert haben. In erster Linie nenne ich Herrn Professor Hartmann, der, auf einer Reise vom Süden kommend, plötzlich verschied, Herrn Wirklichen Geheimen Oberbaurat Veith, dem unsere Marine und Volk so viel verdankt, Herrn Korvettenkapitän Friedländer, der sich als Vorsitzender des Navigations-Ausschusses große Verdienste erworben hat. Vor allen Dingen dürfen wir einen Mann nicht vergessen — der Gedanke kann gar nicht kommen — Exzellenz v. Zeppelin, dieses Bahnbrechers, dieses Mannes, der Unendliches für das Vaterland geleistet hat, was jetzt ganz besonders zum Ausdruck kommt, werden wir mit Wärme und Treue immer gedenken. Auch Exzellenz Rieß von Scheuenschloß ist nicht

mehr unter uns. Ich möchte ferner unseren sympathischen, fleißigen und auch tatkräftigen früheren Geschäftsführer, Ingenieur Béjeuhr, besonders in Ihre Erinnerung zurückrufen. Béjeuhr war einer derjenigen, die die Initiative zur Errichtung der Wissenschaftlichen Gesellschaft gegeben haben. Béjeuhr hat von Anfang an, nachdem er zum Geschäftsführer ernannt worden war, die Arbeiten in seiner großen Gründlichkeit treu verrichtet. Wir alle vermissen ihn sehr, nicht nur seiner Arbeit wegen, sondern auch wegen seines leutseligen und herzlichen Wesens.

Zu Ehren aller derjenigen, die nicht mehr unter uns sind, besonders derjenigen, die ich genannt habe, bitte ich Sie, sich von Ihren Plätzen zu erheben. (Geschicht.) Ich danke Ihnen!

Meine Herren! Ehe ich in die weitere Berichterstattung eintrete, muß ich Ihnen mitteilen, daß uns von der Heeresverwaltung besonders aufgetragen worden ist, daß die Berichterstattung in den Tagesblättern erst erfolgen darf, wenn sie von der Geschäftsstelle geprüft ist; auch alle Notierungen und Notizen, die für die Öffentlichkeit bestimmt sind, müssen in der gleichen Weise behandelt werden. Es ist klar für jeden von uns, daß wir dieser Forderung der Heeresverwaltung Rechnung tragen müssen. Ich darf bei dieser Gelegenheit ganz besonders den leitenden maßgebenden Behörden unseren Dank aussprechen, daß uns während der Kriegszeit überhaupt die Möglichkeit gegeben ist, eine Jahresversammlung abzuhalten. Wir hatten in den letzten beiden Jahren — während des ersten Kriegsjahres war es ausgeschlossen — den Wunsch, eine große Tagung der Mitglieder herbeizuführen, aber die leitenden behördlichen Instanzen waren der Ansicht, daß das noch nicht ratsam sei. Es konnten Mitteilungen und Gedanken in die Öffentlichkeit kommen und unseren Feinden dadurch Nachrichten werden, die, ob korrekt oder inkorrekt, von Nutzen sein könnten. Ich darf also bitten, daß in der Weise verfahren wird.

Zunächst habe ich Ihnen Mitteilung zu machen von der Schaffung eines eigenen Büros mit Zentralstelle für die Aufgaben unserer Gesellschaft. Wir waren nach dem Tode unseres hochverehrten Geschäftsführers, Herrn Béjeuhr, eifrigst bemüht, einen Herrn zu finden, der auf der einen Seite große Erfahrungen auf dem Gebiete des Luftwesens hatte, auf der anderen Seite die nötige Zeit zur Führung unserer Geschäfte finden würde und vor allen Dingen, der auch eine angesehene autoritative Stellung einnahm. Wir haben schließlich unseren verehrten zweiten Vorsitzenden, Herrn Major v. Parseval, gebeten, dieses Amt mit einem festen Jahresgehalt von M. 5100,— zu übernehmen. Herr Major v. Parseval hat es dankenswerter Weise getan, und ich kann Ihnen mitteilen, daß wir nunmehr wieder in vollster Tätigkeit sind, die Arbeiten in der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Luftfahrt zu fördern, eine Zentralstelle zu werden für alle Erfahrungen und Kenntnisse, die gemacht sind. Wir dürfen Ihr Einverständnis mit diesen Vereinbarungen annehmen. Herr Major, ich danke Ihnen für die Freundlichkeit, die Sie hatten, dieses Amt zu übernehmen, und vor allen Dingen für die Tatkraft und Energie, mit der Sie die Geschäfte der Gesellschaft geführt haben. Wir haben ein Büro am Schöneberger Ufer 40 gefunden. Ich möchte die Mitglieder bitten, recht fleißig, wenn sie in Berlin sind, dort zu verkehren. Sie bringen immer Anregungen; solche Anregungen aus Mitgliederkreisen können für den Vorstand außerordentlich wünschenswert sein, ja, sie sind manchmal dringend notwendig.

Meine Herren! Unsere letzte Versammlung fand im Frühjahr 1914 statt. Es war beschlossen worden, eine zweite Versammlung im Herbst desselben Jahres abzuhalten und zwar gelegentlich der Feier der Einweihung der neuen Automobilausstellung in Charlottenburg. Es waren auch bereits hochinteressante Vorträge vorgesehen. Da kam der Krieg, es wurde natürlich alles vereitelt und zurückgestellt. Der Krieg hat überhaupt alles verändert, auch für unsere Gesellschaft. Eine Zeit lang sind unsere ganzen Arbeiten lahmgelegt worden. Wir konnten und durften nicht in der Weise weiter vorgehen und unsere Erfahrungen weiter für alle nutzbringend machen, wie wir das erwartet hatten; aus den vorerwähnten Gründen. Wir waren sogar im Vorstand und Ausschuß eine Zeitlang in ernster Sorge, ob der Bestand der Wissenschaftlichen Gesellschaft auch für die Zukunft gewährleistet werden könnte. Wir mußten mit Recht besorgen, daß unsere verehrten Mitglieder, wenn sie keine positive Arbeit sehen, sagen würden: „Was hat die Gesellschaft für einen Zweck, wir legen unsere Mitgliedschaft nieder!“ Einige wenige Austritte sind ja allerdings erfolgt, aber namens des Ausschusses kann ich unseren jetzigen Mitgliedern den Dank aussprechen für das große Vertrauen, das die große Mehrzahl derselben uns geschenkt hat, wie gering die Austritte gewesen sind und wie zuversichtlich die übrigen Mitglieder der Gesellschaft uns treu geblieben sind. Meine Herren! Das soll und wird ein weiterer Ansporn für den Ausschuß und Vorstand sein, erst recht, nachdem wir jetzt dazu in die Lage kommen, weiter zu arbeiten, zu schaffen und zu wirken, darit auch das Vertrauen, das Sie uns entgegengebracht haben, gerechtfertigt wird und vor allen Dingen wir etwas Wirkliches leisten und sich unsere Wissenschaftliche Gesellschaft als das erweist, was sie ist, nämlich eine Stätte reger geistiger Forschung und Arbeiten — und daß sie eine Notwendigkeit für alle ist. Meine Herren! Durch Ihre Mitgliedschaft haben Sie doch bewiesen, daß Sie die Wissenschaftliche Gesellschaft für ein notwendiges Bedürfnis halten. Die Ergebnisse der Luftfahrt, die man vielleicht vor 10 Jahren vielfach als Phantasie bezeichnete, haben, nachdem die Dinge sich ganz besonders im Kriege so gestaltet und eine Entwicklung angenommen haben, die kein Mensch voraussehen und vorahnen konnte, der Wissenschaftlichen Gesellschaft erst recht die Notwendigkeit gezeigt, eine Zentralstelle der wissenschaftlichen Ergebnisse als Ansporn für weitere Arbeit zu werden. Wir müssen auch hier den Reichsbehörden vor allem den Dank dafür aussprechen, daß sie bei den Sitzungen des Ausschusses diesen Gedanken immer hoch gehalten und gefördert haben, und ich darf nicht unterlassen, unseres Ehrenvorsitzenden ganz besonders dankbar zu erwähnen. Er ist von Anfang an dafür eingetreten und hat gesagt: „Meine Herren, lassen Sie nicht Hoffnungslosigkeit in Ihre Reihen eintreten!“ Wir haben sogar in einer Ausschuß-Sitzung im vergangenen Jahre auf seinen besonderen Wunsch eine Prüfung der Frage, ob die Wissenschaftliche Gesellschaft eine Notwendigkeit oder ob sie durch den Gang der Ergebnisse überholt sei, vorgenommen. Das erfreuliche Ergebnis war, daß uns gerade von seiten der Behörden, gerade von seiten der Vertreter des Kriegsministeriums und des Reichsmarineamtes ein positives „Ja!“ entgegengebracht wurde. Seitens der Inspektion der Fliegertruppen wurde gesagt: „Meine Herren! Stellen Sie Ihre Arbeiten nicht ein; es kommt eine Zeit, wo sie ein Bedürfnis sein werden!“ Auch

Ihr so zahlreicher Besuch heute beweist die Richtigkeit dieser Anschauung, und deshalb auch Ihnen unser Dank! Wir dürfen bei dieser Gelegenheit hier, wo wir zum erstenmal nach beinahe vier Jahren wieder versammelt sind — es war zuletzt im Frühjahr 1914 — nicht eines Dankes vergessen, eines Dankes, der an primärer Stelle kommt für alles das, was diejenigen für die Luftfahrt in so hervorragender und großartiger Weise getan haben, die ihr Leben in der allerschlimmsten Weise aufs Spiel gesetzt haben. Auch derer haben wir zu gedenken, die gefallen sind in ihrem Ehrenberuf; denn es ist ein Ehrenberuf geworden und wird es immer sein. Dieser Dank ist rege in Ihrer aller Herzen. Jeder von uns im einzelnen und die Wissenschaftliche Gesellschaft in ihrer Gesamtheit soll nicht zögern, diesen Dank besonders zum Ausdruck zu bringen. Wir alle werden den Männern, auch denjenigen, die uns unbekannt sind und besonders den jungen Fliegern, auf die Deutschland seine Hoffnung gesetzt hat, Dankbarkeit und Treue bewahren.

Wir ersehen aus den Berichten, die die Tagespresse bringt, die enormen Erfolge, die Heer und Marine erzielt haben; vieles ist zweifellos auf das Konto der Luftfahrt zu setzen. Die Luftfahrt ist es, die oft die Anzeichen und Mitteilungen an die Oberste Heeresleitung gebracht hat. Neben dem Danke an die Luftfahrt müssen wir hier auch unseren tiefempfundensten wärmsten Dank an die Oberste Heeresleitung ganz besonders zum Ausdruck bringen; meine Herren, wenn wir bedenken, was aus Deutschland hätte werden können, und wie jedem von uns allen trotz des Optimismus, mit dem jeder in den Krieg gegangen ist, bewußt gewesen ist, wie groß die Gefahr für unser Vaterland war, wenn wir bedenken, wie es leicht hätte anders kommen können, wenn wir bedenken, wie die russische Massenmacht uns im Osten bedroht und teilweise auch Erfolg gehabt hat, wenn wir bedenken, was gekommen wäre, wenn der Krieg nicht in Feindesland, sondern auf deutschem Boden sich abgewickelt hätte! Meine Herren: Es kommt uns erst jetzt zur richtigen Erkenntnis, wie der Krieg seitens der Feinde durchgeführt worden und wie er zweifellos noch viel intensiver zum Austrag gekommen, wenn er auf deutschem Boden erfolgt wäre. Meine Herren! Den großen Männern allen, besonders des Volkes Helden Hindenburg und Ludendorff, den beiden großen Heroen und Strategen, danken wir an dieser Stelle, wie gesagt, jeder von Ihnen im einzelnen und wir in der Gesamtheit aus tiefstem und bewegtem Herzen und voller Hoffnung, daß Gott uns auch weiter seinen Segen geben wird und daß unser Vaterland aus diesem schweren Kriege gestärkt als Bahnbrecher des Friedens, als Bahnbrecher der Wissenschaft, der Arbeit und der Treue weiterbestehen wird. (Bravo!)

Meine Herren! Wenn ich Ihnen kurz noch einiges über die Arbeit sage, die seit unserer letzten Generalversammlung seitens ihrer Ausschüsse erfolgt ist, so geschieht es, um Sie auf dem Laufenden zu halten und dasselbe in den Bericht aufzunehmen.

Wie ich schon vorhin erwähnte, hat unsere Gesellschaft durch den frühzeitigen Tod unseres Geschäftsführers, Herrn Dipl.-Ing. Béjeuhr, einen schweren Verlust erlitten. Für die Hinterbliebenen ist dank der Bemühungen des Herrn Oberstleutnant Siegert der Witwe staatlicherseits ein Zuschuß von jährlich M. 568.— zuteil geworden, während Ihr Ausschuß im Hinblick auf die großen Verdienste des Heimgegangenen der Witwe zunächst auf drei Jahre eine jährliche Rente von

M. 600.— bewilligt hat. Wir müssen hier auch mit besonderem Dank die Bemühungen des Herrn Patentanwalt Fehlert im Interesse der Witwe Béjeuhr feststellen.

Im September vorigen Jahres erließ das Königlich Bayerische Kriegsministerium ein Ausfuhrverbot für die „Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt“, inzwischen ist dieses Verbot auf Grund unseres Vorgehens für Österreich wieder aufgehoben.

Ich habe vorhin schon die Frage der Notwendigkeit des Bestehens der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Luftfahrt kurz erwähnt. Ich erlaube mir, auf diese Frage besonders einzugehen, nachdem sie in unserer Ausschußsitzung im November vorigen Jahres eine eingehende und erschöpfende Behandlung erfahren hat. Ich gebe das Protokoll der betreffenden Sitzung hierzu wieder:

Punkt 7 der Tagesordnung der Ausschußsitzung vom 9. November 1917 lautete:

„Besprechung über die weitere Tätigkeit der Wissenschaftlichen Gesellschaft und der damit zusammenhängenden Notwendigkeit des Fortbestehens derselben, wobei als Unterlage für diese Besprechung gemäß einer besonderen Anregung des Ehrenvorsitzenden folgende Punkte dienen würden:

1. Inwieweit bei Fortentwicklung des Flugwesens durch Heer und Marine die Erfahrungen des Krieges bewiesen haben, daß die Wissenschaftliche Gesellschaft mitgearbeitet und inwieweit dieselbe unentbehrlich ist.
2. Unter Fortentwicklung wären zu verstehen
 - a) die Fortschritte auf den Gebieten der Meteorologie (Kunde der Atmosphäre, Wetterkunde usw.);
 - b) Technik (Statik, Kunde der Widerstände, Dimensionierung zukünftiger Luftfahrzeuge, Motorenfrage usw.).
3. Ist eine solche Mitarbeit auch nach dem Kriege zu entbehren?
4. Welche Ziele soll sich die Gesellschaft bei weiterer Mitarbeit vornehmen, insbesondere inwiefern kann sie die Heeres- und Marine-Verwaltungen entlasten?“

Stellungnahme des Vorsitzenden, Geheimrat v. Böttinger, zu der Frage.

„Die Versammlungen der Gesellschaft bildeten die Grundlage ihrer Tätigkeit, da diese infolge des Krieges nicht abgehalten werden konnten, war ihr Wirkungskreis unfreiwillig beschränkt, so daß man aus dieser Zeit keine Rückschlüsse auf die Notwendigkeit ihres Vorhandenseins ziehen kann. Die durch die stattgefundenen Vorbesprechungen bestärkte Ansicht des Vorstandes ist, daß die Gesellschaft durch die ihr gestellten

Aufgaben

wissenschaftliche Prüfung neuer Ideen, Vorhandensein als Sammelstelle für das Inland, für das neutrale und zurzeit feindliche Ausland, Ermöglichung des Austausches von Erfahrungen ihrer

Mitglieder

nicht entbehrlich ist. Mit der Technik des Flugwesens mag es anders sein, — die Wissenschaft muß frei ausgeübt werden können; wenn die Gesellschaft

nicht da ist, wird sich eine Lücke zeigen. Ein Anlehnen an andere Gesellschaften ist möglich, doch darf dies nur in einer Weise geschehen, die dem Vorstand die Hände nicht bindet.

Beweis der Existenznotwendigkeit.

Das nach ihr vorhandene Bedürfnis zeigt sich auch in der wachsenden Mitgliederzahl, trotz des Wenigen, das den Mitgliedern jetzt geboten werden kann (Wegfall des Jahrbuches durch Beschlagnahme des letzterschienenen, durch Nichtvorhandensein weiteren Materials). In den drei Kriegsjahren sind von 428 Mitgliedern nur 38 Austritte angemeldet worden, und diese Mitglieder bleiben der Gesellschaft nach dem Vorschlag der Zahlungsstundung während der Kriegszeit erhalten.

Die Göttinger Versuchsanstalt ist ein weiterer Beweis der Notwendigkeit solcher wissenschaftlichen Einrichtungen für die Behörden; wird doch der Betrieb zurzeit behördlicherseits aufrecht erhalten, während die Göttinger Vereinigung sie mit M. 6000,— jährlich unterstützt.

Sich den ihrer harrenden Aufgaben zu widmen, wird eine Ehrenpflicht der Gesellschaft sein.

Geheimrat v. Böttinger hofft, daß die Herren Behördenvertreter sich diesen Anschauungen anschließen werden.“

Stellungnahme des Kriegsministeriums.

„Oberst Oschmann erklärt: Der Herr Kriegsminister ist im Einvernehmen mit den militärischen Stellen, insonderheit in Übereinstimmung mit der Stellungnahme des Kommandierenden Generals der Luftstreitkräfte, der Ansicht, auf die Mitarbeit der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Luftfahrt nicht verzichten zu wollen, da sie eine Entlastung der Arbeit der Heeresverwaltung bedeutet.“

Stellungnahme des Reichsmarineamtes.

„Kontreadmiral Starke schließt sich für die Herren Staatssekretär des Reichsmarineamtes und Chef des Admiralstabs diesen Ausführungen an. Es ist begreiflich, daß die Tätigkeit der Gesellschaft während des Krieges, behindert durch die Zensur, direkt wenig hervorgetreten ist; ihre indirekte Mitarbeit durch ihre Mitglieder ist ebenso bekannt, wie ihr Anteil an der Schaffung der Göttinger Versuchsanstalt. Ihre Generalversammlungen haben befruchtend gewirkt, auch im militärischen Interesse.“

Parallele m. d. Schiffsbautechnischen Gesellschaft.

Nach Friedensschluß verspricht man sich von ihrer Mitarbeit große Vorteile, vielleicht weniger direkt, als durch indirekte Mitarbeit, parallel dem Wirkungskreis der Schiffbautechnischen Gesellschaft.

„Professor Prandtl stimmt der Parallele mit der Schiffbautechnischen Gesellschaft zu.“

Zuführung junger Kräfte.

Viele Mitglieder der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Luftfahrt sind als Angehörige des Beurlaubtenstandes im Heer wissenschaftlich für die

Luftfahrt tätig; die Gesellschaft ist die gegebene Stelle zum Zusammenfassen dieser Elemente nach ihrem Ausscheiden aus der Militärverwaltung. Durch ein Aufgehen in den behördlichen Ressorts würde

1. die Fühlung der wissenschaftlichen Arbeiter untereinander leicht verloren gehen,
2. eine gewisse Begrenztheit und Einseitigkeit in der Beurteilung der vorliegenden Fragen eintreten, wenn die Bearbeitung immer durch dieselben Persönlichkeiten erfolgt.

Hierin liegt wiederum ein großer Wert der Gesellschaft: neues Blut durch junge, den führenden Leuten nicht bekannte Kräfte, die sonst unbekannt blieben, zuzuführen. Die Gesellschaft ist hierzu besonders in der Lage durch die allgemeinen Diskussionen in der Hauptversammlung, wo jeder das Wort ergreifen kann.

Stellungnahme der Inspektion der Fliegertruppen.

„Oberstleutnant Siegert begründet die Notwendigkeit der Existenz der Gesellschaft: Eine Zentrale ist erforderlich, das Göttinger Institut genügt nicht. Durch Angliederung an eine Reichsversuchsanstalt oder die Industrie wird zwar eine Zentrale für Versuche entstehen, unter schützender staatlicher Hand. Rein staatliche Arbeit kann aber die Wissenschaft nicht ausreichend fördern, eine Freistatt muß vorhanden sein; hier öffnet sich der Gesellschaft ein eigenes Gebiet: Sprechsaal und Tummelplatz freier Meinungen zu sein.“

Stellungnahme des Kommandierenden Generals der Luftstreitkräfte.

„Major Freiherr v. Fritsch: Der Kommandierende General der Luftstreitkräfte, der seine Verhinderung der Teilnahme an der Tagung bedauert, legt besonderen Wert auf das Fortbestehen der Gesellschaft; die Weiterarbeit im engsten Zusammenhang mit den militärischen Stellen ist erwünscht

1. zur Entlastung der Behörden,
2. um bei der Industrie eine Verschwendung der Kräfte zu verhüten.“

Dank des Vorstandes für die Stellungnahme der Behörden.

Art der Arbeitsbeteiligung durch die Gesellschaft.

„Geheimrat v. Böttinger bringt den Dank des Vorstandes und der Gesellschaft für die Stellungnahme der Behörden zum Ausdruck. Die heutigen Anregungen sollen ein besonderer Anstoß zur Erweiterung des Programms werden. Der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Luftfahrt bieten sich durch ihre Kommissionen weitergehende Möglichkeiten zur Mitarbeit als der Schiffbautechnischen Gesellschaft, die sich auf ihre Jahresversammlung beschränkt.

Die Ausschüsse.

Es ist wünschenswert, die Ausschüsse, in denen zum Teil intensiv gearbeitet worden ist, bestehen zu lassen, da sie produktiver als große Versammlungen zu sein pflegen, denen gegenüber sie auch die Fortdauer und Kontinuität der Arbeiten voraus haben.“

F. C. H. Heye: Meine Herren! Ihr Herr Vorsitzender war so freundlich, des Vorsitzenden und des stellvertretenden Vorsitzenden der Handelskammer zu gedenken. Ich möchte die Mitglieder der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Luftfahrt namens der hamburgischen Kaufmannschaft und der Handelskammer herzlich willkommen heißen und meine Freude darüber ausdrücken, daß Sie die diesmalige Sitzung in Hamburg tagen lassen. Sie wissen alle, daß wir in Hamburg alles mit Interesse verfolgen, was großen Zielen entgegen strebt und weit ausschauend wirken soll. Wir haben das früher schon zum Ausdruck gebracht, daß wir, wie ich glaube, mit einer der größten Luftschiffhallen für Zeppeline in Hamburg-Fuhlsbüttel geschaffen haben. Das ist inzwischen durch die Ereignisse überholt worden. Die Luftschiffahrt hat ungeahnte Erfolge erzielt. Jetzt ist das, was wir in Hamburg für sie schaffen konnten, veraltet. Das ist wieder ein Zeichen für den enormen Fortschritt und für den Gang, den die Luftschiffahrt genommen hat. Wir danken seitens der Kaufmannschaft und haben es oft in der gleichen Weise, wie es Ihr Herr Vorsitzender getan hat, zum Ausdruck gebracht, der Obersten Heeresleitung und ebenso allen Kämpfern im Osten und Westen und den Kriegern in der Luft für alles das, was sie für unser Vaterland getan haben. Wir denken daran, daß die Luftschiffahrt in weiterer Ausbildung manches Praktische für den Verkehr schaffen wird, wo die Luftschiffahrt das, was unsere Vorfahren auf dem Seewege begonnen haben, den Personenverkehr zu erleichtern und zu fördern, auch praktisch für den Personenverkehr nach weiten Ländern leisten wird. So möchte ich denn meine kurzen Begrüßungsworte damit schließen, daß ich wünsche, daß die Wissenschaftliche Gesellschaft weiterhin mit Nutzen für uns arbeiten und auch nach dem Kriege lange Jahre eine günstige Entwicklung nehmen möge.

Vorsitzender: Herr Geheimrat Grübler hat gebeten, namens der sächsischen Freunde deren Grüße zu übermitteln.

Geheimrat Grübler übermittelt herzlichste Grüße seitens des Königlich Sächsischen Vereins für Luftschiffahrt und spricht gleichzeitig den Wunsch aus, daß die diesmalige Tagung, die erste seit dem großen Kriege, erfolgreich verlaufen möge.

Vorsitzender: Herzlichen Dank! Darf ich Herrn Geheimrat bitten, unsere freundlichsten Gegengrüße übermitteln zu wollen und Ihrem verehrlichen Verein zu versichern, daß der Ausdruck für treues Gedenken der sächsischen Kollegen und Freunde uns aufrichtigst erfreut hat.

Darf ich anfragen, ob aus der Versammlung noch irgendeine Begrüßung gewünscht wird? — Das ist nicht der Fall. Dann kann ich in meiner Berichterstattung fortfahren. Ich will nur die Hauptpunkte erwähnen.

Der Allgemeine Versicherungs-Schutzverband, dessen Vorsitzender ich bin, hat mit den Versicherungsgesellschaften günstige Bedingungen für die Versicherung gegen Schaden durch Bombenabwürfe und Geschosse an Luftfahrzeugen vereinbart, wovon alle Luftstellen in Kenntnis gesetzt sind. Es ist wünschenswert, daß dies allgemein zur Kenntnis kommt.

Der Deutsche Verband der technisch-wissenschaftlichen Vereine macht seine Mitglieder, zu denen wir auch zählen, in einem Rundschreiben auf die Wünsche

der Generalkommandos und Behörden aufmerksam, auf die größte Vorsicht bei der Abhaltung technisch-wissenschaftlicher Vorträge zu achten. Ich habe schon darauf hingewiesen.

An der Nationalstiftung für die Hinterbliebenen der im Kriege Gefallenen haben wir uns auch mit einem unseren Verhältnissen entsprechenden Betrage beteiligt. Wir haben M. 1000,— überwiesen, ebenso, wie wir der Inspektion der Fliegertruppen im vergangenen Jahre einen kleineren Betrag für derartige Zwecke haben zuteil werden lassen.

Von dem Herrn Vorsitzenden des Deutschen Museums, unserem hochverehrten Mitgliede, Herrn Reichsrat v. Miller, ist eine Anregung an uns, resp. an die gesamten Luftfahrvereine ergangen, eines Mannes zu gedenken und eine bleibende Erinnerung an denselben durch die Stiftung einer für den Ehrensaal des Museums bestimmten Plakette oder Tafel für Otto v. Lilienthal zu schaffen. Er war es, der die ersten eigentlichen Grundlagen für den Bau der Flugzeuge schuf, indem er die Bedeutung der Tragflächen mit scharfem Geiste und kühner Tat, unter Einsetzung seines Lebens, erforschte. Wir haben diese ehrenvolle Aufgabe gern übernommen und haben mit dem Bayerischen Aeroklub, dem Deutschen Luftfahrerverband, dem Deutschen Luftflottenverein, der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt, dem Kaiserlichen Aeroklub, dem Luftfahrerdank, dem Verein Deutscher Motorfahrzeug-Industrieller zusammen den Betrag von M. 3000,— dem Deutschen Museum zur Verfügung gestellt. Das Deutsche Museum hatte die Güte, eine diesbezügliche Tafel zur Anbringung in ihrer Ehrenhalle anfertigen zu lassen. Gleichzeitig haben die vereinigten Gesellschaften dem Deutschen Museum eine Ehrenurkunde in künstlerischer Ausführung überreicht. Herr Gustav Braunbeck hatte die große Güte, die Anfertigung der Urkunde, sowie den prächtigen Einband in Samt anzufertigen. Derselbe hatte die ganzen Kosten selbst übernommen, ebenso auch für den Einband, der im Original prächtig ausgestattet ist. Wir sprechen namens der Versammlung und des Ausschusses Herrn Braunbeck den herzlichsten Dank für die große Liebenswürdigkeit und das große Entgegenkommen, die er uns bewiesen hat, aus. Nochmals danken wir Herrn Reichsrat v. Miller, daß er uns Gelegenheit gegeben hat, des Mannes zu gedenken, dem es vergönnt war, die ersten Anregungen zu geben, auf Grund deren die Luftfahrt ihre heutigen Fortschritte aufgebaut hat. Herr v. Miller hat in seiner steten und unermüdlichen Initiative sich selbst einen Denkstein gesetzt.

Eine der wichtigsten Entwicklungen der Luftfahrt, die zum Abschluß gelangt, ist die Errichtung des Kaiser-Wilhelm-Institutes für Aerodynamik. Schon lange vor dem Kriege waren Verhandlungen im Gange, ein Kaiser-Wilhelm-Institut für Aerodynamik und Hydrodynamik durch die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zu errichten. Die preußische Unterrichtsverwaltung hatte mit aller Wärme dieses Projekt gefördert und war bereit, dafür voll und ganz einzutreten, wofür ihr jetzt noch warmer Dank gebührt. Als der Krieg ausbrach, hat aber der preußische Finanzminister, dem das neue Institut lebhaftestes Interesse bot, erklärt, er könne jetzt für derartige Zwecke keine Mittel bereitstellen. Da traten das Kriegsministerium — und Herr Oberst Oschmann hat hier ganz besonders bahnbrechend gewirkt — und das Reichsmarineamt zusammen in den Riß und haben die nötigen

Mittel zur Verfügung gestellt, um ein diesbezügliches Institut zu erbauen. Das preußische Kultusministerium hat auch in den neuen Verhältnissen tatkräftig mitgewirkt — und ebenso haben sich die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft und die Göttinger Vereinigung an der Durchführung beteiligt, während ich persönlich das für den Bau benötigte Grundstück unentgeltlich zur Verfügung gestellt habe. Zunächst ist die Hälfte der gesamten Anlage fertiggestellt und in Betrieb genommen worden, und zwar die Aerodynamik, während die Aufnahme der hydrodynamischen Versuche und der Bau dieser Anstalt erst nach dem Kriege erfolgen wird. Dieses schöne Institut ist unter Leitung des Herrn Professor Prandtl errichtet worden. Die Kosten sind allerdings höher geworden als angenommen wurde, sie betragen bis jetzt ca. M. 300 000,—, obgleich das der Betrag ist, der — natürlich als Friedenspreis — für das gesamte Doppelinstitut vorgesehen war. Die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft wird den Vertrag aufrecht erhalten und M. 150 000,— hergeben, sobald wir wieder in der Lage sind zu bauen und Herr Professor Prandtl sich dieser weiteren Aufgabe für den weiteren Teil des Instituts zu widmen in der Lage ist. Die Einrichtung ist so getroffen, daß ein Teil der Zeit wissenschaftlichen Forschungen und Zwecken gewidmet ist und natürlich in erster Linie der Heeresverwaltung zugute kommt, während Versuche, Beobachtungen und Prüfungen für die Industrie gleichzeitig vorgenommen werden sollen und können. Ich möchte auch Herrn Professor Prandtl für die unermüdliche Hingabe, mit der er sich der Sache gewidmet hat, danken, besonders, wenn man weiß, wie unendlich schwer die Arbeit war, die zu leisten war. Die zu treffenden Einrichtungen waren wesentlich größer als vorgesehen war. Fortwährend stellte sich heraus, daß die Wünsche der betreffenden Verwaltungen viel weiter gingen. Darf ich Ihnen sagen, daß der eine Apparat einen Luftstrom von 60 Sekundenmeter erzeugt, ein Luftstrom, in dem kein Mensch überhaupt mehr aushalten kann. 40 Sekundenmeter ist das Maximum, was als Widerstandskraft entgegengesetzt werden kann.

Professor Prandtl: Herr Geheimrat v. Böttinger war so liebenswürdig, der Arbeit zu gedenken, die wir in Göttingen geschafft haben. Ich möchte ausdrücklich betonen: daß die Sache so groß geworden und es überhaupt möglich gewesen ist, sie im Kriege durchzuführen, danken wir der warmen Unterstützung durch Heeres- und Marineverwaltung. Dafür möchte ich hier meinen besonderen Dank zum Ausdruck bringen. Die Anstalt war von uns im Frieden sehr viel kleiner projektiert, und daß sie jetzt, wie erwähnt worden ist, etwas teurer geworden ist — im Gegensatz zu den sonstigen Kriegskosten sind schließlich M. 300 000 keine große Summe — ist wesentlich auf den Ansporn zurückzuführen, den ich von den Herren der Kriegsverwaltung bekommen habe, die Sache überhaupt größer zu machen als ich selbst ursprünglich vorhatte. Wenn wir nach dem Kriege ein Institut haben, das in allen Punkten erstklassig ist, so ist das der Aufmunterung zu danken, mit den Anforderungen, die wir an unser Institut stellten, bis an die Grenze des vernünftigerweise zu Stellenden zu gehen. Für diesen Ansporn werde ich dauernd den Kriegsverwaltungen zu Dank verpflichtet sein, denn als bescheidener Professor — (Zuruf: und tatkräftiger Förderer!) — ich wollte etwas anderes sagen — als bescheidener Professor habe ich mir seinerzeit gelobt, mit möglichst wenig Mitteln das Möglichste zu erreichen und erwähne nur, daß die

alte Modellversuchsanstalt, die jetzt immer noch sehr nützliche Arbeit liefert, seinerzeit mit M. 20000,— Baumitteln gebaut worden ist; sie sieht allerdings auch darnach aus, aber darauf kommt es nicht an. Wenn wir jetzt weitergekommen sind, verdanken wir das den Forderungen, die durch den Krieg bedingt worden sind. Soviel Schlimmes der Krieg bringt, sieht man auch, daß er zu fördern versteht in einer Weise, wie wir es früher selbst nicht haben denken können.

Vorsitzender: Meine Herren! Ich will auf alle die noch vorhandenen kleinen Fragen nicht eingehen; wir haben viel Wichtigeres zu tun. Nur eins habe ich noch zu erwähnen. Es war im letzten Herbst seitens des Generalkommandos der Luftstreitkräfte eine Zusammenfassung der Luftfahrvereine und Luftfahrstellen zu einer großen Organisation angeregt worden. Eine solche Organisation sollte

- a) eine Zersplitterung der Kräfte verhindern,
- b) den Behördenverkehr vereinfachen,
- c) die internationale Repräsentation übernehmen.

Sie würde zweifellos mehr für die Sport und Wohlfahrt ausübenden Vereine Bedeutung haben, als für uns, da die Wissenschaft in der freien Ausübung nicht zu beschränken ist. Die Frage ist sehr eingehend in unserem Ausschuß geprüft worden. Es haben sehr eingehende Verhandlungen unter den verschiedenen Vereinen und Verbänden stattgefunden. Es hat sich auch eine derartige Organisation gebildet, zwar nicht ganz so weitgehend, wie sie ursprünglich gedacht war, aber doch sehr geeignet zur Förderung der Ziele und gemeinschaftlichen Interessen dieser Vereine. Es sind das in erster Linie der Deutsche Luftfahrerverband, der Deutsche Luftflottenverein, der Luftfahrerdank, der Frauenverband des Deutschen Luftflottenvereins, der Deutsche Fliegerbund. Diese fünf Vereinigungen haben sich zusammengeschlossen zu einem neuen „Arbeitsausschuß für die Deutsche Luftfahrt“ (A. D. L.). An den Beratungen haben sowohl der Kaiserliche Aeroclub als auch unsere Gesellschaft teilgenommen, vertreten durch Herrn Major v. Parseval. Die Wissenschaftliche Gesellschaft ist zu dem Ergebnis gekommen, daß es bei der Eigenart ihrer Aufgaben doch im Interesse unserer Gesellschaft richtiger erscheine, sich nicht so fest an eine Vereinigung, deren einzelne Gruppen in erster Linie Sport- und Wohlfahrtsaufgaben haben, zu binden und anzuschließen und damit Verpflichtungen zu übernehmen, die uns in unserer Aktions- und unserer Bewegungsfreiheit hätten hinderlich sein können. Der Kaiserliche Aeroclub hat sich auch nicht angeschlossen; weshalb wissen wir nicht, es sind das auch Fragen, die uns nicht berühren und zu beschäftigen haben. Der A. D. L. hat sich konstituiert unter Vorsitz von Herrn Geheimrat Hergesell. Wir haben inzwischen mit dem A. D. L. eine Verständigung dahin getroffen, daß wir eine sogenannte Interessengemeinschaft bilden, daß wir bei allen großen und wichtigen Fragen mitarbeiten, auch, daß wir unsere gegenseitigen Erfahrungen austauschen, daß wir aber vor allen Dingen, was wichtig ist, unsere eigene Selbständigkeit wahren. Die anderen Vereine haben auch anerkannt, daß die Verhältnisse und Voraussetzungen bei uns ganz andere sind als bei ihnen. Es ist aber der Zweck erreicht, daß wir zusammengehen, daß wir uns in den Arbeiten nicht gegenseitig in den Weg stellen. Ich habe Herrn Geheimrat Hergesell hier besonders zu danken, daß er auch da das richtige Empfinden gehabt hat und diesem Vorschlage in einem sehr liebenswürdigen Schreiben zugestimmt hat. Wir

wünschen dem A. D. L. alles Gute und Ersprießliche und wollen mitarbeiten an der Durchführung ihrer Aufgaben. Damit wäre mein Generalbericht erschöpft. Wird das Wort dazu gewünscht?

Wir kommen dann zu den Berichten der Ausschüsse. Es haben gestern zwei Ausschüsse getagt: der Navigationsausschuß unter Vorsitz des Herrn Wirklichen Geheimen Admiralitätsrat Capelle und der Konstruktionsausschuß unter Vorsitz des Herrn Professor Reissner. Ich weiß nicht, ob Herr v. Parseval über den Wissenschaftlich-Technischen Ausschuß Bericht erstatten will.

Major v. Parseval: Der Wissenschaftlich-Technische Ausschuß ist während des Krieges nicht zusammengetreten. Von technischen Fragen, die vor dem Kriege schon im Gange waren, ist in der Hauptsache zu erwähnen der Wettbewerb über Beschleunigungsmesser, für den Preise ausgesetzt und Arbeiten schon eingelaufen waren. Durch die Störungen des Krieges war es nicht möglich, den Wettbewerb durchzuführen, weil der Beschleunigungsmesser auf Flugzeugen ausprobiert werden muß. Wir haben beschlossen, diesen Wettbewerb bis nach dem Kriege zu verschieben. Von den Unterausschüssen ist nur zusammengetreten der Ausschuß für Navigierung, der Ausschuß für Vereinheitlichung der Fachsprache und der Ausschuß für Aerodynamik, sowie der Ausschuß für konstruktive Fragen. Die Verhandlungen waren außerordentlich interessant. Ich glaube, ich darf den betreffenden Vertretern der Ausschüsse das Wort am besten überlassen.

Wirklicher Geheimer Admiralitätsrat Capelle: Auf dem Gebiete der Navigierung wird es notwendig sein, eine neue Grundlage zu schaffen. Wir haben im Laufe des Krieges so unendlich viele Fortschritte auf dem Gebiete der Luftfahrt gemacht, daß zunächst nicht übersehen werden kann, welche Tragweite die einzelnen Sachen haben. Wir sind nicht in der Lage, die Fortschritte zu übersehen, weil sie im Interesse der Landesverteidigung geheim gehalten werden müssen. Wir dürfen hoffen, daß nach Beendigung des Krieges ein großer Teil der Fortschritte bekannt gegeben wird, und daß es möglich sein wird, die Fortschritte zu sichten und zuzusehen, welche Ergebnisse sie haben. Wenn wir in dieser Weise systematisch vorgehen wollen, dürfen wir die Arbeiten nicht verschieben, bis der Krieg zu Ende ist, sondern werden an Heer und Marine die Bitte zu richten haben, das Material, das vorliegt, zu sichten und nach Beendigung des Krieges zur Verfügung zu stellen. Wir werden versuchen, sachverständige Mitarbeiter zu bekommen, die in der Materie drin sind, damit wir zu einem Ergebnis kommen. Der Erfolg dieser Fragen ist im Navigationsausschuß geprüft worden. Derselbe ist zum Entschluß gekommen, Sie zu bitten, zunächst M. 6000,— zur Verfügung zu stellen zur Drucklegung, Honorierung und für Vorarbeiten auf dem Gebiete der Geschwindigkeitsmessung, auf dem Gebiete der Höhenmessung, auf dem Gebiete der Neigungsmessung und auf dem Gebiete der Richtungsanzeige. Wenn das Geld bewilligt wird, dürfen wir hoffen, daß wir zu grundlegenden Arbeiten kommen, die wir aus den Anregungen schöpfen, daß wir auf diesem Gebiete weiterkommen werden.

Vorsitzender: Der Ausschuß hat in seiner gestrigen Sitzung beschlossen, den Antrag des Navigationsausschusses zu bewilligen und Sie zu bitten, in den Etat des nächsten Jahres den Betrag von M. 6000,— einzusetzen. Wir wollen uns nicht verhehlen, daß wir anfangen, von dem Kapitalstock zu zehren und ihn

anzugreifen. Ich glaube, Sie werden einsehen, daß wir keine Gesellschaft sind, die das Kapital tesauriert und sich nur mit den Zinsen für ihre Aufgaben begnügt. Die Hauptsache ist, daß wir das uns anvertraute Geld nutzbringend anwenden. Je mehr wir positiv arbeiten und das Geld dafür anwenden, desto mehr Mitglieder werden wir haben, desto leichter werden wir Gelder von anderer Seite, seien es Staatsbehörden oder sei es von privater Seite, erhalten. Wie gesagt, wir sind hier, um zu arbeiten und positiv zu wirken und nicht, den Bankier zu spielen und Gelder anzusammeln.

Wir möchten auf das wärmste bitten, den Betrag zu bewilligen; er wird voraussichtlich in den nächsten zwei Jahren zur Erhebung kommen. Es ist zweifellos, daß der Betrag als solcher für die Aufgaben des Navigationsausschusses und nach der Ansicht des gesamten Ausschusses auf die Dauer nicht reichen wird. Der Navigationsausschuß wird zweifellos mit weiteren Anforderungen an uns kommen, aber wir können getrost bezüglich der finanziellen Lage in die Zukunft sehen und können getrost eventuelle weitere Forderungen, wenn sie an uns gerichtet werden, erfüllen. Der ist zwar ein schlechter Finanzminister, welcher so zu Ausgaben anreizt, aber wie gesagt, wir haben ganz andere Aufgaben zu erfüllen — zu forschen und uns unseren Mitmenschen nützlich zu machen.

Professor Reissner: Meine Herren! Die letzten Arbeiten, die der Ausschuß für konstruktive Fragen im Verein vorgenommen hatte, waren kurz vor Beginn des Krieges veröffentlicht worden. Von konstruktiven Fragen hat sich in der Tat als die fruchtbarste und zur Besprechung im Verein als geeignetste die Frage der Festigkeitsberechnung erwiesen. Es hat sich bei der gestrigen Tagung — der ersten seit Beginn des Krieges — wieder gezeigt, daß die Festigkeitsberechnung die beste Grundlage für einen gegenseitigen Meinungsaustausch und Arbeitsaustausch im Verein bildet. Wir haben einen außerordentlich interessanten Vortrag von Herrn Geheimrat Müller-Breslau über eine weitere Methode gehört, die nötig ist für die Berechnung. Vorläufig werden wir bei Flugzeugen auf die äußerste Gewichtersparung, worauf es ankommt, viel Zeit anwenden müssen. Es ist alles durchgearbeitet. Dann hat der Herr Geheimrat beachtenswerte Beiträge über neue Gebiete des Flugzeugaufbaus, über den Aufbau der Bespannung gegeben. Er hat die Gründe vorgetragen, die zur Bespannung der Flugzeuge geführt haben, die darin bestehen, daß Tragflächen von großer Dicke gebaut wurden, die vorteilhaft sind und außerordentlich zur Vermeidung des Luftwiderstandes beitragen.

Auch Herr Junkers hat versprochen, der Gesellschaft in Kürze einen weiteren Beitrag zu liefern. Es sind weiter besprochen die augenblicklich noch bestehenden Lücken für die konstruktive Ausgestaltung und Berechnung des Flugzeugaufbaues, die darin bestehen, daß über die Gegenverspannung der Flugzeuge noch nicht genügend Vorschriften sowohl für den Aufbau, als auch für die Berechnung bestehen.

Dann wurde auf Gebiete hingewiesen, für die eine große Zukunft besteht, das ist die Frage des konstruktiven Aufbaues und der Berechnung der Propeller verschiedener Art, die ganz besonders dadurch wichtig wird, daß wir zu immer größeren Durchmessern übergehen und die Verantwortung für derartige Aufbauten immer mehr wächst.

Die Gesellschaft hat in diesen Fragen ein außerordentlich reiches Arbeitsgebiet vor sich, und die Mitglieder des Ausschusses haben sich mit Freuden bereit erklärt, daran mitzuarbeiten und aus ihrer Praxis der Gesellschaft so oft wie möglich Beiträge zur Verfügung zu stellen.

Geheimrat Eugen Meyer: Der Ausschuß für die Vereinheitlichung der Fachsprache hat vor dem Kriege die Aufgabe übernommen, einmal die Fachausdrücke zu vereinheitlichen und festzulegen und andererseits die Formbezeichnungen zu vereinheitlichen und zu schaffen für die wissenschaftliche Behandlung der Flugtechnik. Wir hatten als Grundlage für unsere Arbeiten zwei Listen für Fachausdrücke, einmal von Professor Bendemann und eine andere vom Deutschen Luftfahrerverband aufgestellt. Wir hatten eine kleine Kommission gebildet, die gerade in den letzten Tagen vor Ausbruch des Krieges daran war, die Arbeiten auszuführen. Aber leider konnten die Herren, die die Bearbeitung der einzelnen Abteilungen übernommen hatten, während des Krieges die Arbeiten nicht fördern, so daß sie gegenwärtig ruhen.

Im Kriege selbst befaßte sich der Unterausschuß mit einer Denkschrift von Herrn Professor Prandtl über „Neuordnung der Luftwiderstandsziffern“, in dem diese nicht, wie bisher, auf den doppelten Staudruck, sondern auf den Staudruck selbst bezogen werden soll.

Es wurde im Unterausschuß ein eingehender Meinungs-austausch über diese Frage herbeigeführt. Eine Beschlußfassung war nicht erforderlich, da diese Neuordnung von der Göttinger Versuchsanstalt und Flugzeugmeisterei angenommen wurde, und die Flugzeugmeisterei hatte Listen von Fachausdrücken und Formausdrücken aufgestellt. Es erscheint während des Krieges nicht ratsam, die von anderer Seite geförderten Arbeiten aufzugreifen. So haben wir gestern beschlossen, unsere Arbeiten erst nach dem Kriege wieder aufzunehmen und Vorbereitungen hierzu getroffen.

(Exzellenz v. Falk erscheint in der Versammlung.)

Vorsitzender: Seine Exzellenz Herr General v. Falk hat uns die hohe Ehre erwiesen, an den Verhandlungen teilzunehmen. Exzellenz, darf ich für die hohe Ehre, die Sie uns durch Ihren Besuch zuteil werden lassen, bestens danken.

Exzellenz v. Falk: Daß ich der Sache besonderes Vertrauen entgegenbringe, ist selbstverständlich. Soweit es meine Zeit erlaubt, werde ich mit großer Freude den Vorträgen beiwohnen.

Vorsitzender: Wir fahren in unseren Verhandlungen fort. Ich war gerade im Begriff, den drei Herren für die Arbeit, die die Unterausschüsse geleistet haben, zu danken und meiner Freude darüber Ausdruck zu geben, daß wir sehen, daß neues Leben aus den alten Ruinen, bzw. aus der Zeit des Stillstandes erwächst.

Meine Herren! Der nächste Punkt der Tagesordnung, über den ich mich ganz kurz fasse, ist der Kassenbericht. Sie haben neben der Ehre, die Sie mir erwiesen haben, Ihr Vorsitzender zu sein, mich auch noch mit dem Amt des Schatzmeisters betraut. Die Abrechnung für das Jahr 1917 ist von Herrn Patentanwalt Fehlert und Herrn Professor Berson geprüft. Der schriftliche Bestätigungsbericht für den richtigen Befund ist noch nicht eingegangen, weil Herr Professor Berson außerordentlich in Anspruch genommen ist. Herr Professor Berson hat mir

mündlich mitgeteilt, er werde bereit sein, zu bestätigen, daß alles in bester Ordnung ist und um Entlastung für den Schatzmeister bitten.

Die finanzielle Lage ist die, daß die Einnahmen M. 15 500,— betragen. Darin sind M. 1700,— enthalten, die wir von verschiedenen Vereinen erhalten haben für deren Beitrag zur Lilienthalspende. Die Spende ist noch nicht an das Deutsche Museum abgeführt, so daß de facto unsere Einnahmen M. 13 800,— betragen. Die Ausgaben betragen M. 8500,— plus unseren Zuschuß von M. 500,— für die Lilienthalspende, zusammen M. 9000,—, so daß wir mit einem Überschuß von rund M. 4000,— zu rechnen haben.

(Bürgermeister Dr. v. Melle betritt den Saal.)

Seine Magnifizenz der Herr Erste Bürgermeister dieser schönen Stadt erweist uns noch die Ehre, an unseren Beratungen teilzunehmen. Magnifizenz gestatten, unseren besonderen Dank für die hohe Ehre, die Sie uns erweisen, auszusprechen und besonders auch dafür, uns in Ihrer herrlichen Stadt aufzunehmen, wodurch der Tagung besonderer Reiz verliehen wird.

Der Vorsitzende verliest dann weiter den Kassenbericht und erwähnt, daß das Vermögen rund M. 61 000,— betrage. Von diesem Kapital sind M. 55 000,— in Krieganleihe des Deutschen Reiches im Betrage von 54 220,— angelegt, so daß wir noch rund M. 6000,— bar haben. Davon gehen noch zwei Beträge von M. 2400,— ab für Rechnungen der Firmen Oldenbourg und Springer, die nach Fertigstellung des Abschlusses eingegangen sind.

Der Mitgliederbestand ist zurzeit folgender:

- 1 Ehrenmitglied,
- 5 lebenslängliche Mitglieder,
- 13 Mitglieder als Regierungskommissare,
- 35 Mitglieder an der Front, die während des Krieges von der Zahlung der Mitgliedsbeiträge befreit sind, und
- 389 Jahresmitglieder.

Meine Herren! Ich darf bitten, auf Grund der Mitteilungen des Herrn Professor Berson — ist Herr Professor Berson hier? Das ist nicht der Fall, sonst hätte ich ihn gebeten, nach der gestrigen mündlichen Erklärung das Wort zu nehmen — Entlastung für den Schatzmeister zu erteilen.

Widerspruch erhebt sich nicht. Ich darf annehmen, daß Entlastung erfolgt ist.

Bei dem Voranschlag für 1918 rechnen wir mit einer Summe von M. 9000,— für Mitgliedsbeiträge. Es haben sich in den letzten Tagen mehrere neue Mitglieder angemeldet. Es werden dann noch für Zinsen M. 3000,— hinzukommen, so daß wir mit rund M. 12 000,— Eingang zu rechnen haben. Die Abrechnung dieses Jahres wird natürlich wesentlich anders sein als die der vergangenen. Wir werden nicht mit einem Überschuß zu rechnen haben, sondern einen Zuschuß einsetzen müssen, und zwar infolge der heutigen Beschlüsse und der größeren Anforderungen infolge der neu einsetzenden größeren Arbeit. Dann haben wir der Witwe des verstorbenen Ingenieurs Béjeuhr eine Rente von M. 600,— für drei Jahre bewilligt und nachträglich um Ihre Genehmigung zu bitten. Nun kommt der Antrag des

Navigationsausschusses auf Bewilligung von M. 6000,—, wovon voraussichtlich die Hälfte im nächsten Jahre, die andere Hälfte im übernächsten Jahre gebraucht wird, so daß wir immerhin einen Gesamtbetrag von M. 20 000,— in Anrechnung zu bringen haben werden. Davon gehen ab nicht wiederkehrende Einrichtung des Büros und Umzugskosten mit M. 2000,—, so daß mit einem Unterbetrag von rund M. 6000,— zu rechnen sein wird. Wie ich schon vorhin erwähnte, sind wir keine wirtschaftliche Gesellschaft. Wir wollen die Gelder zu den Zwecken verwenden, zu denen sie überwiesen sind. Wir können einer solchen Unterbilanz mit aller Ruhe entgegensehen und brauchen nicht zu befürchten, daß erhöhte Anforderungen an unsere Mitglieder gestellt werden.

Ferner bitten wir, die beiden geehrten Herren Rechnungsprüfer, denen wir für ihre Mühewaltung besten Dank sagen, wiederzuwählen. Ich darf fragen: Sind Sie mit diesen Voranschlägen einverstanden? (Zustimmung.) Dann darf ich feststellen, daß M. 6000,— für den Navigationsausschuß genehmigt und die beiden Herren, Professor Berson und Patentanwalt Fehlert, als Rechnungsführer wiedergewählt sind. Der konstruktive Ausschuß hat keine Forderungen gestellt; ich nehme aber an, daß seitens des Ausschusses im Laufe der Zeit Wünsche an uns herantreten, die wir entsprechend berücksichtigen müssen.

Damit ist der Kassenbericht erledigt.

Wir kommen nunmehr zu den Vorstandswahlen. Seit unserem letzten Zusammensein haben sich auch verschiedene Veränderungen im Vorstand ergeben. Es wurden Vorstandswahlen mit dreijähriger Auslosungsperiode für das 1. und 2. Jahr vorgenommen. Für das Jahr 1918 scheidern aus: die Herren Hauptmann Professor Dr. Ahlborn, Geheimer Regierungsrat Erythropel, Exzellenz von der Goltz, Geheimer Regierungsrat Professor Dr. Hergesell, Seine Exzellenz General der Infanterie v. Lyncker, Seine Exzellenz Merten-Pascha, Werftbesitzer Oertz, Geheimer Regierungsrat Zimmermann und Herr Major v. Parseval.

In dieser Zeit hat der Ausschuß einige Wahlen und Ergänzungen im Interesse der Gesellschaft und der weiteren Arbeit vorgenommen und hat vorbehaltlich Ihrer Genehmigung hinzugewählt: die Herren

Richard Gradenwitz, Berlin,
 Professor Dr. Klingenberg, Berlin,
 Major Wagenführ, Flugzeugmeisterei, Charlottenburg,
 Geheimrat Capelle, Reichsmarineamt,
 Geheimrat Müller-Breslau, Berlin,
 Exzellenz Mauve, Präsident der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt.

Meine Herren! Die Amtsdauer dieser Herren mußten wir natürlich entsprechend einrichten, damit diese Herren nicht alle im Jahre 1921 austreten. Es ist gestern im Ausschuß gelost worden, daß Herr Geheimrat Müller-Breslau und Exzellenz Mauve bis 1919, die Herren Gradenwitz und Professor Klingenberg bis 1920 und die Herren Major Wagenführ und Geheimrat Capelle bis 1921 gewählt sind.

Wir bitten zunächst um Ihr Einverständnis, daß wir die ausscheidenden Herren wiederwählen und um Ihre Genehmigung zur Neuwahl der eben genannten sechs

Herren für die betreffende Zeitperiode, wie ich sie eben erwähnt habe. — Widerspruch erhebt sich nicht. Ich stelle fest, daß das angenommen ist.

Dann haben wir als Vertreter der Behörden im Anschluß an die besonders hinzu gewählten Herren auf das Freundlichste zu begrüßen:

Kapitän zur See Kranzbühler, Marineflugchef,
Fregattenkapitän Strasser (Führer des Marine-Luftschiffamts Ahlborn),
Dr. Steffens, Chef des Marine-Luftfahr-Wetterdienstes,
Marinebaumeister Engberding als technischer Dezernent der Marine-Luftfahr-Abteilung,
Marinebaumeister Dröseler als Vertreter des Flugzeugbaus,
Geheimer Oberbaurat Dr.-Ing. Reitz als Nachfolger unseres leider zu früh verloren gegangenen Herrn Geheimrat Veith.

Das Reichsamt des Innern ist vertreten gewesen durch Herrn Geheimrat Albert. Herr Geheimrat Albert hat sein Dezernat gewechselt. Ich hatte ihn gefragt, wer sein Nachfolger sei und ihn gebeten, ihn zu nennen. Herr Geheimrat Albert schrieb mir, daß es damals noch nicht entschieden sei. Inzwischen habe ich keine weitere Nachricht bekommen. Wir möchten Ihr Einverständnis erbitten, daß wir Herrn Unterstaatssekretär Dr. Lewald bitten, uns einen Herrn zu nennen, der als Vertreter des Reichsamts des Innern in unseren Vorstand eintritt, und daß wir Herrn Geheimen Oberregierungsrat Albert bitten, dem Ausschuß ferner anzugehören. Die Herren sind mit diesen Vorschlägen einverstanden. Die Genehmigung ist erfolgt, und wir werden die betreffenden Arbeiten vornehmen.

Jetzt bin ich am Schluß, und Sie werden froh sein.

Für die nächste Jahresversammlung schlagen wir München als Versammlungsort vor. Die Münchener Herren hatten gestern die Freundlichkeit, uns für die nächste Tagung nach dort einzuladen. Wir können eine solche Einladung nicht ablehnen, einmal wegen der Herzlichkeit, mit der sie uns überbracht ist und zweitens wegen des ungeheuer Vielen, was München bietet, in erster Linie das unter Herrn Reichsrat v. Miller stehende Deutsche Museum. Allen unseren Mitgliedern wird eine Fülle von neuem Stoff gegeben, so daß Sie alle der Einladung wohl zustimmen werden. Wir bitten Herrn Reichsrat v. Miller, unseren besonderen Dank entgegenzunehmen. Da Widerspruch sich nicht erhebt, darf ich in Ihrem Namen feststellen, daß wir die Einladung mit besonderer Liebe und Herzlichkeit behandeln werden.

B. Die wissenschaftlichen Verhandlungen.

Es wurden folgende Vorträge gehalten: Am 17. April vormittags 11 $\frac{1}{2}$ Uhr, im Anschluß an die Geschäftssitzung, unter dem Vorsitz von Herrn Major a. D. Professor Dr.-Ing. von Parseval-Charlottenburg:

1. Hptm. d. R. Prof. Dr.-Ing. Bendemann-Berlin: Die feindlichen Flugwissenschaften im Kriege.

Übersicht der luftfahrt-technischen Fachpresse des feindlichen Auslandes, Organisation, Tätigkeit und Bedeutung der Versuchsanstalten, Vereine, Beiräte und dergl.,

besonders des englischen Advisory-Committee for Aeronautics und des amerikanischen National Advisory-Committee, soweit die Fachpresse Einblick gibt. Die wesentlichsten Punkte des wissenschaftlichen und technischen Fortschrittes des Auslandes während des Krieges werden auf Grund der eigenen Darstellung des Auslandes kurz beleuchtet. Besprechung durch die Herren Goldschmidt, Vorreiter, von Parseval.

Am 17. April nachmittags 3 bis 7 Uhr:

2. Hptm. d. L. Prof. Dr. Ahlborn-Hamburg: Über den Segelflug.

Mitteilung von neuen eigenen Beobachtungen, besonders über den Flug von Raubvögeln, mit zahlreichen Lichtbildern. Theoretischer Erklärungsversuch des Zweckes des Kreisens beim Segelflug. Besprechung durch die Herren Geheimrat Prof. Dr. Hergesell, Prof. Prandtl, Gustav Lilienthal, Vorreiter.

3. Prof. Dr. L. Prandtl-Göttingen: Tragflächenantrieb und -Widerstand in der Theorie.

Zusammenfassender Bericht über die Ergebnisse einer hydrodynamischen Tragflächentheorie, durch welche der Zusammenhang zwischen Auftrieb, Widerstand und Anstellwinkel bei Eindeckern verschiedenen Seitenverhältnisses und bei beliebigen Mehrdeckern aufgeklärt wird und Berechnungsformeln geliefert werden. Besprechung durch die Herren Prof. Reissner und Vorreiter.

4. Oblt. d. R. Dr.-Ing. Hoff-Cöpenick: Die Entwicklung deutscher Flugzeuge im Kriege.

Schilderung der Organisation innerhalb der Fliegertruppe zur Schaffung neuer Typen. Kurze Kennzeichnung der gebauten Gattungen. Einfluß des Motorenbaues auf den Bau der Flugzeuge. Mitteilungen über das Prüf- und Abnahmeverfahren der Flugzeuge, über die technischen Einrichtungen und wissenschaftlichen Abteilungen bei der Flugzeugmeisterei. Angabe der in bezug auf Geschwindigkeit und Steigfähigkeit erreichten Höchstleistungen. Überblick über die namhaftesten, während des Krieges gebauten kleineren und mittleren Flugzeugtypen. Hinweise auf die Ausrüstung derselben, insbesondere auf deren Bewaffnung. Angabe der an der Front verwendeten Anzahl der Flugzeuge. (Lt. militärischer Anordnung ohne Besprechung).

Am 18. April vormittags 9 bis 1 $\frac{1}{2}$ Uhr, unter dem Vorsitz von Professor Dr. L. Prandtl-Göttingen:

5. Lt. Clössner-Berlin: Die Neuordnung des Wetterdienstes nach dem Kriege im Heere.

(Ohne Besprechung.)

6. Prof. Dr. Steffens-Berlin: Die Neuordnung des Wetterdienstes nach dem Kriege in der Marine.

(Ohne Besprechung.)

7. Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Süring-Potsdam: Die wissenschaftlichen Aufgaben der meteorologischen Forschung nach dem Kriege.

U. a. Hervorhebung der Bedeutung eines vertieften Studiums der Strömungsvorgänge der oberen und der alleruntersten Luftschichten für das Verständnis des gesamten Luftaustausches, Einfluß der Substratosphäre auf das Wetter, Studium der „Aktionszentren der Atmosphäre“ auf Grund internationaler Vereinbarungen, stärkere Berücksichtigung praktischer Bedürfnisse bei klimatologischen Forschungen, engere Verknüpfung der zentralen Forschungsstellen mit den Wetterdienstellen.

8. Dr. Georgi-Rüstringen Oldbg.: Mitteilungen über Fortschritte an meteorologischen Beobachtungsinstrumenten.

Nach systematischer Darlegung der wesentlichen konstruktiven Gesichtspunkte werden die modernen Ausführungsformen meteorologischer Ables- und Registrierinstrumente mit besonderer Berücksichtigung der für praktischen Wetterdienst und Flugwesen

wichtigen Gruppen von Windmeßinstrumenten an Hand zahlreicher Abbildungen und Wiedergabe typischer Registrierungen beschrieben.

In einer Pause Besichtigung von im Saale aufgestellten meteorologischen Instrumenten mit teilweiser Vorführung im Betrieb und mündlichen Erläuterungen.

9. Dipl.-Ing. Schwager-Charlottenburg: Neuere Bestrebungen und Erfahrungen im Flugmotorenbau.

Übersicht über die Entwicklung der Flugmotoren in Deutschland und feindlichen Ländern. Kennzeichnung der Entwicklungsrichtung durch die Worte „Leichtgewicht und Anpassung des Flugmotors an seine Betriebsbedingungen“. Schnellaufmotoren, Höhenvergaser, überverdichtende und überbemessene Motoren, Motoren mit Vorverdichtern. Versuchs- und Betriebserfahrungen. Luftschrauben mit veränderlicher Steigung. (Ungefähr 60 Lichtbilder.) Auf militärische Anordnung konnte eine Besprechung nicht stattfinden.

Hierauf im großen Saale:

10. Hptm. Drechsel-Karlshorst: Vorführung von unveröffentlichten Filmen mit Erläuterungen des Inspektors des Lichtbildwesens.

In der Sitzung des Gesamtvorstandes am 15. Juli 1919 in Berlin wurde beschlossen, von der früher üblichen Wiedergabe einer Veröffentlichung der Vorträge und Diskussionen im Jahrbuch diesmal Abstand zu nehmen. Durch den Ausbruch der Revolution war unvermeidlich eine große Verzögerung im Erscheinen des Jahrbuches entstanden. Inzwischen waren viele der Vorträge durch die weitere Entwicklung überholt, einige bereits in anderen Zeitschriften erschienen¹⁾ oder ihr Stoff für das in Vorbereitung befindliche Buchwerk der Flugzeugmeisterei in Aussicht genommen. Es wurde daher, das Einverständnis der Herren Vortragenden vorausgesetzt, beschlossen, nur mit dem Vortrag von Herrn Professor Prandtl eine Ausnahme zu machen und ihn unverkürzt im Jahrbuch aufzunehmen, da er durch die in ihm erstmalig mitgeteilten wissenschaftlichen Ergebnisse von bleibender Bedeutung ist.

¹⁾ Lt. Clössner, „Über den Heereswetterdienst“ in der „Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt“, Heft 13/14, Jahrgang 1918 Seite 74.

Dipl.-Ing. Schwager, „Neuere Bestrebungen und Erfahrungen im Flugmotorenbau“ in den Technischen Berichten der Flugzeugmeisterei (TB. Band III Heft 5).

Tragflächen-Auftrieb und -Widerstand in der Theorie.

Vorgetragen am 18. April 1918

gelegentlich der IV. Ordentl. Mitgliederversammlung der W. G. L. zu Hamburg
von

L. Prandtl in Göttingen.

Vorbemerkung. Die Veröffentlichung des im Nachfolgenden abgedruckten Vortrags ist im Kriege aus Zensurgründen unterblieben. Bei der Vorbereitung für den Druck, rund $1\frac{1}{2}$ Jahre nach der Abfassung des Wortlauts, schien es daher erwünscht, durch geeignete Ergänzungen den Inhalt bis auf den gegenwärtigen Stand zu vervollständigen. Diese Ergänzungen sind teils in Fußnoten beigelegt, teils in einen Anhang aufgenommen worden, der im übrigen den Zweck hat, durch Mitteilung einiger Beweise das Verständnis des Vorgetragenen zu erleichtern. An dem Wortlaut der Handschrift¹⁾ ist im übrigen kaum etwas geändert worden, abgesehen von einigen stilistischen Verbesserungen und einigen kleineren Zufügungen, die den Inhalt der nach dem Vortrage stattgefundenen Aussprache verarbeiten. Diejenigen Bemerkungen, die über den Stand der Dinge zur Zeit der Abhaltung des Vortrages hinausführen, sind durch den Vermerk „(1919)“ gekennzeichnet. — Die 1918 gesprochene Einleitung konnte als hier entbehrlich fortbleiben.

Seit der Abhaltung des Vortrages sind einige Abhandlungen erschienen, die auf das gleiche Gebiet Bezug haben. Zu erwähnen ist hier als theoretische Zusammenfassung des Gesamtgebiets (für mathematisch und hydrodynamisch vorgebildete Leser) meine in den „Nachrichten der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen“ erschienene „Tragflügeltheorie“ (I. Mitteilung 1918 S. 451, II. Mitteilung 1919 S. 107), als praktische Anweisung für den Flugzeugingenieur mein Aufsatz „Der induzierte Widerstand von Mehrdeckern“ in den „Techn. Berichten der Flugzeugmeisterei“, Bd. III, Heft 7, S. 309. Weiter erwähne ich die gemeinverständliche „Einführung in die Theorie der Flugzeugtragflügel“ von A. Betz in den „Naturwissenschaften“ 1918, Heft 38 und 39, ferner die Munksche Dissertation „Isoperimetrische Probleme aus der Theorie des Fluges“ (Göttingen 1918/19) und die Betzsche Abhandlung über „Schraubenpropeller mit geringstem Energieverlust“, „Gött. Nachr.“ 1919, S. 193 (beides nur für mathematisch geschulte Leser).²⁾

Schließlich sei noch auf die demnächst im Auszug in der „Zeitschrift für Flugtechn. u. Motorl.“ erscheinende Betzsche Dissertation „Beiträge zur Tragflügeltheorie, mit besonderer Berücksichtigung des einfachen rechteckigen Flügels“ hingewiesen.

¹⁾ Beim mündlichen Vortrag war es mit Rücksicht auf die zur Verfügung stehende Zeit notwendig gewesen, verschiedene Kürzungen vorzunehmen.

²⁾ Die sämtlichen vorgenannten Abhandlungen können gegen Nachnahme der Selbstkosten von der Modellversuchsanstalt für Aerodynamik in Göttingen bezogen werden.

Wortlaut des Vortrages:

Meine Herren!

Im folgenden will ich Ihnen zusammenfassend, in der Hauptsache ohne Beweise¹⁾ und ohne allzusehr auf Einzelheiten einzugehen, berichten, was sich auf Grund einer in den letzten Jahren in Göttingen in Zusammenarbeit mit einigen Mitarbeitern entstandenen Theorie über den Tragflächenauftrieb und Tragflächenwiderstand aussagen läßt, und in welcher Weise aus den Ergebnissen dieser Theorie Nutzen für die Praxis des Flugzeugbaues gewonnen werden kann.

Einführung.

Zur Einführung in den Ideenkreis muß ich zunächst auf Dinge zurückgreifen, die dem Fachmann seit längerer Zeit bekannt sind.

1. Tragflächenauftrieb kommt in der Weise zustande, daß unter der in der Luft vorwärts bewegten Fläche Überdruck, oberhalb Unterdruck geschaffen wird. Nach den Gesetzen, die den Zusammenhang der Strömungsgeschwindigkeit mit dem Druck regeln, entspricht bei stationärer Strömung den größeren Geschwindigkeiten ein verminderter Druck, und umgekehrt; es muß also, damit Auftrieb entsteht, die Geschwindigkeit, mit der die Luft an der Tragfläche vorbeiströmt, unter dieser vermindert, über ihr vermehrt werden. Eine solche Strömung wird aus der in der klassischen Hydrodynamik gewöhnlich betrachteten einfachen „Potentialströmung“ erhalten, indem man ihr eine um die Tragfläche umlaufende Strömung überlagert, deren Geschwindigkeiten unter der Fläche nach vorn, über ihr nach hinten gerichtet sind (vgl. Abb. 1—3). Als Maß für die Stärke der Umlaufbewegung dient dabei die sogenannte „Zirkulation“, das Wegintegral der Geschwindigkeit $\int \mathbf{v} \cdot d\mathbf{s} \cdot \cos(\mathbf{v}, d\mathbf{s})$, genommen über eine geschlossene, die Tragfläche umschlingende Linie. Die Theorie lehrt, daß dieses Integral bei Abwesenheit von „Wirbeln“ von der Wahl der „Leitlinie“, längs deren es genommen wird, unabhängig ist²⁾.

Es ist wichtig, zu wissen, daß in einer Flüssigkeit mit verschwindender Reibung Zirkulation von selbst, d. h. ohne Einwirkung von Körpern, die die Strömung zerschneiden, nicht entstehen kann. Nach einem bekannten Satze ist die Zirkulation längs einer geschlossenen, immer durch dieselben Flüssigkeitsteilchen gezogenen Linie bei Abwesenheit von Reibung unveränderlich, bleibt also Null, wenn sie Null war. Wenn sie entsteht, so kann dies nur auf die Weise geschehen, daß durch eine vom Körper ausgehende Wirkung zwei entgegengesetzt gleiche Umlaufbewegungen erzeugt werden, von denen die eine den Körper umkreist,

¹⁾ (1919.) Einige für das Verständnis wichtige Beweise sind in einem „Anhang“ beigefügt.

²⁾ Vereinfachte Definition: Zirkulation = mittlere Geschwindigkeit der Umlaufbewegung auf einer Stromlinie dieser Bewegung, multipliziert mit der Länge der Stromlinie.

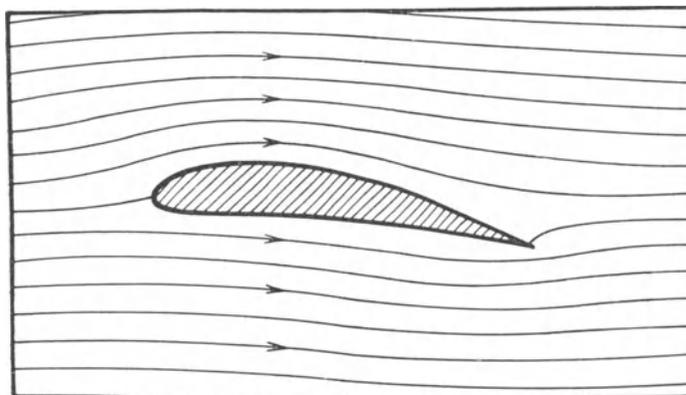


Abb. 1.

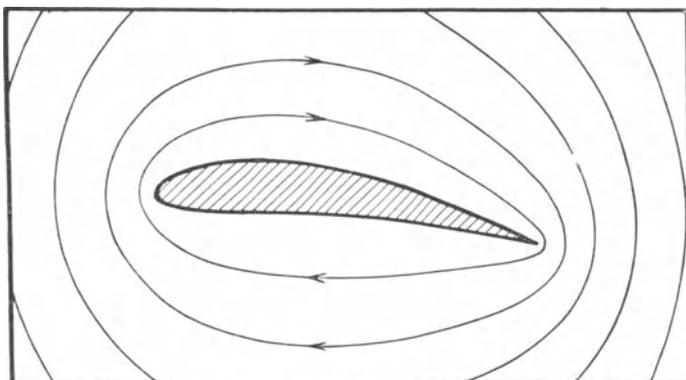


Abb. 2.

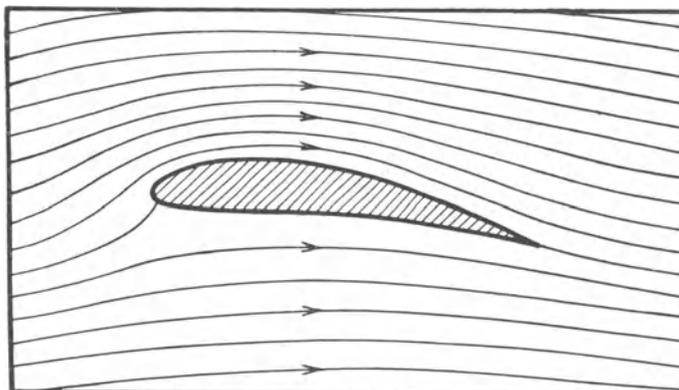


Abb. 3.

Abb. 1—3. Stromlinienbilder der ebenen Flügelströmung.

Abb. 1. Potentialströmung ohne Zirkulation. Diese tritt im ersten Moment des Bewegungsbeginns wirklich auf, wird aber sofort durch einen sich an der Hinterkante bildenden Wirbel abgeändert.

Abb. 2. Zirkulationsströmung. Diese überlagert sich bei der stationären Flügelströmung der Strömung nach Abb. 1, d. h. ihr Strömungspotential addiert sich zu dem dieser Strömung und die Geschwindigkeiten setzen sich an jeder Stelle nach dem Parallelogramm zusammen. Für sich allein kommt sie praktisch nicht vor.

Abb. 3. Potentialbewegung mit Zirkulation. Stationäre ebene Flügelströmung in der idealen Flüssigkeit, Ergebnis der Überlagerung.

während die andere als „Wirbel“ in der an den Körper grenzenden freien Flüssigkeit auftritt und in der Folge von der Strömung fortgeführt wird (vgl. Abb. 4).

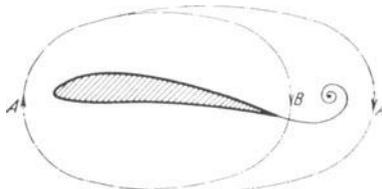


Abb. 4. Flügel mit dem „Anfahrwirbel“ kurze Zeit nach dem Bewegungsbeginn. Die Zirkulation längs der Linie A—A ist Null, die Zirkulation längs der Linie A—B dagegen von Null verschieden, nämlich entgegengesetzt gleich der Summe der Wirbelstärken des bei der Anfahrt entstandenen Wirbels.

Der Auftrieb ist proportional dem Produkt aus der Intensität der Vorwärtsbewegung und der der Umlaufsbewegung, also proportional $V \cdot \Gamma$, wo V die Geschwindigkeit der fortschreitenden Bewegung und Γ der Betrag der Zirkulation ist; jede Teilbewegung für sich allein ergibt also noch keinen Auftrieb, sondern erst ihr Zusammenwirken, wie auch schon aus der eingangs erwähnten Überlegung folgt.

2. Ebenes Problem. Man besitzt seit einiger Zeit strenge Lösungen der Bewegungsgleichungen für eine reibungslose Flüssigkeit mit Zirkulation. Diese Strömungen sind wirbelfrei. Die erste dieser Lösungen, Umströmung einer kreisbogenförmig gekrümmten Platte, wurde von Kutta 1902 gegeben; von Joukowski (1910) stammt eine sehr verwendbare Lösung für ein schön geschwungenes, vorne abgerundetes, hinten scharfes Flügelprofil, bei dem noch die Wölbung und die Dicke beliebig gewählt werden können (vgl. Abb. 5)¹⁾.

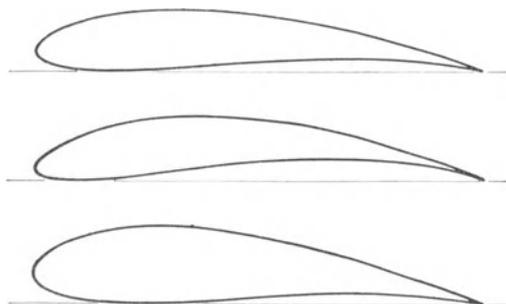


Abb. 5. Joukowski-Profile verschiedener Dicke und Wölbung.

Man kann für diese Flügelprofile die Verteilung der Geschwindigkeit und des Druckes an der Oberfläche, wie auch in der ganzen Umgebung des Flügels berechnen, allerdings unter der sehr wichtigen Einschränkung, daß es sich um eine ebene Strömung handelt, d. h. um eine Strömung, wie man sie bekommen würde,

¹⁾ (1919.) Durch mehrere neuere Arbeiten, von denen die von v. Kármán und Trefftz in der Zeitschr. f. Flugt. u. M. 1918, S. 111, besonders erwähnt sei, sind weitere den praktisch verwendeten Flügelprofilen noch genauer angepaßte Profile der Berechnung zugänglich gemacht worden.

wenn der Flügel nach den Seiten hin sehr große Ausdehnung — streng genommen unendliche Ausdehnung — hätte, denn nur in diesem Fall werden in jedem Querschnitt die gleichen Vorgänge angetroffen, und es verlaufen dann alle Bahnen von Flüssigkeitsteilchen in Ebenen senkrecht zur Längserstreckung der Tragfläche.

Die Stärke der Umlaufbewegung bestimmt sich aus der Bedingung, daß an der Hinterkante des Flügels glattes Abströmen der Flüssigkeit erfolgt. Beim Bewegungsbeginn findet eine heftige Umströmung der Hinterkante statt, die zur Ausbildung von Wirbeln Anlaß gibt¹⁾. Es werden nun solange Wirbel gebildet und nach hinten weggeführt, bis zu der ursprünglich ohne Zirkulation einsetzenden Bewegung eine Umlaufbewegung von dem erforderlichen Betrage hinzugekommen ist. Die Kutta-Strömung ist fertig, wenn sich die anfänglich gebildeten Wirbel ins Unendliche entfernt haben.

Die Zirkulation wächst mit dem Anstellwinkel und ist bei gleichem Anstellwinkel proportional der Geschwindigkeit, so daß also der Auftrieb, der nach früherem proportional $V \cdot l$ war, bei gleichem Anstellwinkel proportional dem Quadrat der Geschwindigkeit ist.

Der Auftrieb ist nach einer Formel von Joukowski allgemein gegeben durch $A = \rho V \Gamma l$ (ρ Dichte, l Länge der Tragfläche). Die resultierende Kraft ist in allen Fällen genau senkrecht zur Strömungsrichtung, ein Widerstand also nicht vorhanden.

Beim Versuch kann man den Zustand der ebenen Strömung dadurch verwirklichen, daß man einen Flügel von konstantem Profil zwischen parallele ebene Wände bringt, so daß er dicht an diese anschließt, und daß man ihn so anbläst. Die Übereinstimmung der auf diese Weise erhaltenen Messungsergebnisse, z. B. der Druckverteilung, mit der Theorie ist überraschend gut, obwohl doch die Theorie mit der hypothetischen reibungslosen Flüssigkeit arbeitet, während die Luft eine wenn auch kleine, so doch endliche Reibung besitzt. Die in Wirklichkeit vorhandenen Abweichungen lassen sich durch die Reibung der Luft vollständig erklären. Durch die Reibung und eine mit ihr in Zusammenhang stehende Wirbelbildung entsteht vor allem eine schmale Schicht verminderter Geschwindigkeit an der Oberseite des Flügels, wodurch die genaueren Umstände des Abströmens von der Hinterkante etwas geändert werden und damit die Zirkulation vermindert wird. Die Abweichungen der Versuchsergebnisse von der Theorie hängen hauptsächlich hiermit zusammen, abgesehen von dem Hinzukommen eines Reibungswiderstandes. Berichtet man die Zirkulation nach dem an der Wage gemessenen Auftrieb, so fällt die so ermittelte Druckverteilung mit der gemessenen fast völlig zusammen (vgl. Betz, Mitteilung 22 der Modell-Versuchsanstalt, Z. f. Flugt. u. Motorl. 1915, S. 173. Diesem Aufsatz sind Abb. 6—8, Seite 42, entnommen).

Sehr wertvolle Ergebnisse zeitigte auch die Kuttasche Theorie des unendlich breiten Doppeldeckers und Tandems (1911), die, neben vielen anderen nur zum Teil hier erwähnten Dingen in dem verdienstvollen Grammelschen

¹⁾ Vgl. Abb. 1 und 4.

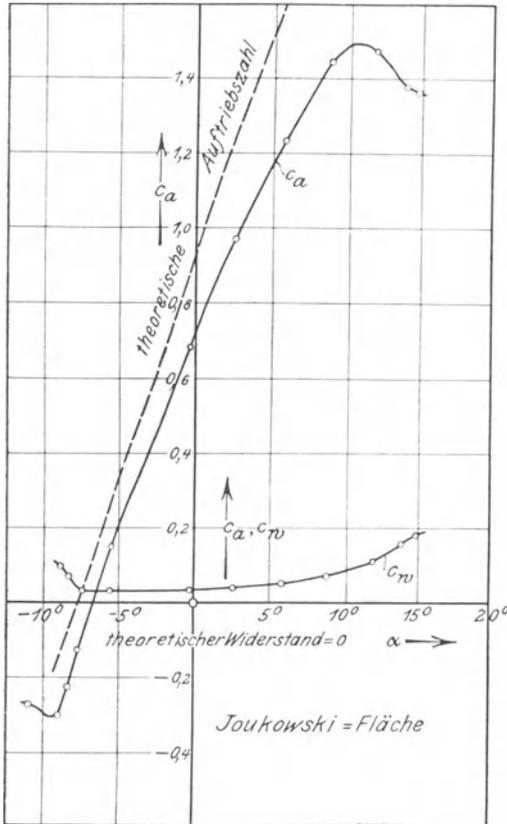


Abb. 6–8. Versuche von Betz über die ebene Flügelströmung.

Abb. 6. Auftrieb und Widerstand abhängig vom Anstellwinkel. Theoret. Auftrieb = gestrichelte Linie, theoret. Widerstand = 0. Die gemessenen Werte (ausgezogene Kurven), bleiben in dem Gebiet, in dem die Strömung so, wie die Theorie es voraussetzt, am Flügel anliegt, in der Nähe der theoretischen. Die Auftriebe bleiben gegen die theoretischen etwas zurück, weil die Zirkulation in Wirklichkeit durch die Wirkung der von der Reibung zurückgehaltenen Oberflächenschicht etwas kleiner ausfällt. Der Widerstand besteht in der Hauptsache aus der Luftreibung.

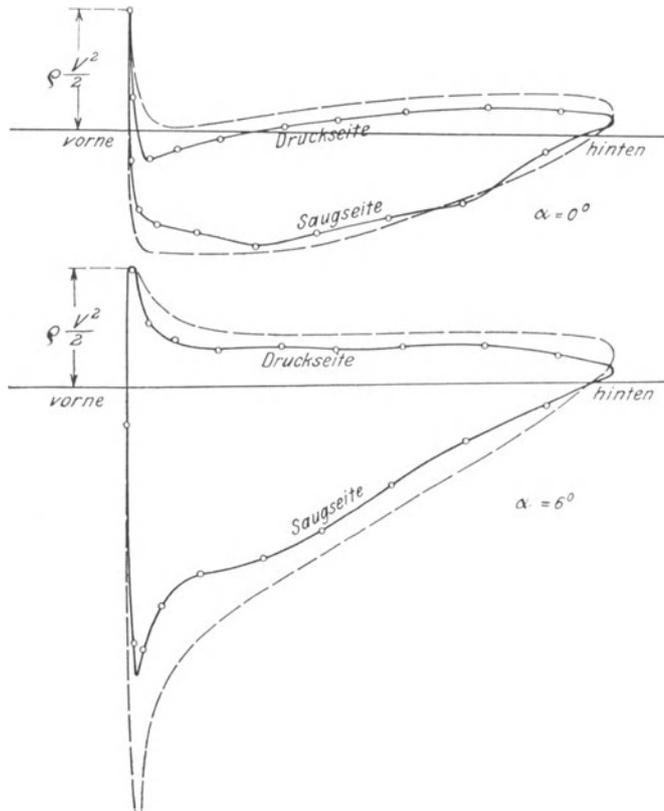


Abb. 7 und 8. Zwei gemessene Druckverteilungen (ausgezogen) im Vergleich mit den theoretisch berechneten (gestrichelt). Die Abweichungen rühren hauptsächlich von der in Wirklichkeit geringeren Zirkulation (s. o.) her.

Buch „Hydrodynamische Grundlagen des Fluges“ (Vieweg 1917) nachgelesen werden kann.

3. So befriedigend diese Theorie für die Anwendung auf eine wirklich ebene Strömung ist, so wenig konnte man mit ihr in der Anwendung auf freie Tragflächen zufrieden sein. Bei diesen zeigte sich das Seitenverhältnis des Flächenumrisses von größerem Einfluß, als man zunächst erwarten konnte. Die Abweichung gegen die Theorie war selbst bei sehr länglichen Flächen, z. B. bei einem Seitenverhältnis 1:8 noch recht bedeutend. Es wurden auch, bevor die theoretische Lösung für die freie Tragfläche gefunden war, vielfach ernste Bedenken gegen die ganze Theorie geltend gemacht. Einerseits war unklar, wie bei einer freien, d. h. nicht zwischen Wände eingeschlossenen Tragfläche eine Zirkulation um diesen mit den hydrodynamischen Gesetzen verträglich war, andererseits wurde eingewandt¹⁾, daß die Umlaufbewegung, deren Geschwindigkeiten in größerem Abstand von der Tragfläche nur sehr langsam, nämlich mit der umgekehrten ersten Potenz der Entfernung abnehmen, vor dem Flügel eine aufsteigende Strömung ergäbe, die in jeder Vertikalebene, auch beliebig weit vor der Fläche, den halben Auftrieb als Impuls in sich trage (die andere Hälfte des Auftriebes findet sich in der Abwärtsströmung hinter der Tragfläche wieder). Es müßte also, so lautet der Einwand, schon beliebig weit vor einem Flugzeug die Luft darauf vorbereitet sein, daß der Auftrieb hervorgebracht werden kann, was ein Unding schien. Diese Schwierigkeit läßt sich indes schon beim ebenen Problem beseitigen, indem man unter der Tragfläche in einer im übrigen beliebigen Entfernung einen Boden annimmt. Die Verwirklichung des Bodens gelingt in der Theorie durch Anwendung eines bekannten Kunstgriffes: man nimmt zu der in einer allseitig unendlich ausgedehnten Flüssigkeit befindlichen Tragfläche ihr Spiegelbild hinzu — der Boden als Spiegel betrachtet — und erhält jetzt aus Symmetriegründen auf dem Boden nur wagerechte Geschwindigkeiten. Die Flüssigkeit kann also hier ohne Störung der bestehenden Strömung durch eine feste Wand begrenzt werden. Untersucht man die so gewonnene Strömung näher, so zeigt sich, daß der Einfluß der Tragfläche in Entfernungen, die groß sind gegenüber der Höhe über dem Boden, mit dem umgekehrten Quadrat der Entfernung abnimmt. Der fragliche Impuls verschwindet entsprechend in diesen Entfernungen, und es zeigt sich statt dessen eine Druckanschwellung am Boden, deren Resultante gerade den Auftrieb liefert. Der Druck ist ein Maximum senkrecht unter der Tragfläche und wird geregelt durch die Formel:

$$p = \frac{A h}{\pi(h^2 + x^2)l},$$

wo h die Höhe des Flügels über dem Boden, x die wagerechte Entfernung vom Fußpunkt des Lotes und l die Länge der Tragfläche ist, auf die der Auftrieb A entfällt.²⁾

¹⁾ Mündliche Mitteilung von Herrn Professor Dr. v. Parseval 1911.

²⁾ Die Formel hat zur Voraussetzung, daß die Tragfläche so weit vom Boden entfernt ist, daß es ausreicht, statt der Zirkulationsströmung um die Fläche die um einen einfachen Wirbelfaden zu setzen; weiter ist noch angenommen, daß die wagerechte Strömungsgeschwindigkeit v klein ist gegen die Fluggeschwindigkeit V ; unter dieser Voraussetzung liefert die Bernoullische Druckgleichung die Näherungsformel $p = \rho V v$, die der obigen Formel zugrunde liegt (vgl. auch Anhang 1).

Theorie der endlichen Tragfläche.

4. Für die freie Tragfläche von endlicher Länge wurde die Lösung auf dem folgenden Wege gefunden:

Ein Satz aus der Geometrie der Wirbelbewegung sagt aus: „Die Zirkulation kann sich bei Verschiebung der Leitlinie nur ändern, wenn diese dabei Wirbel schneidet. Die Änderung der Zirkulation ist gleich der Summe der geschnittenen Wirbelstärken.“

Dieser Satz erinnert sehr an gewisse Beziehungen aus der Lehre vom Elektromagnetismus (man spricht dort von geschnittenen Kraftlinien). Bei der Anwendung des Satzes auf unseren Fall ist zunächst festzustellen, daß in der Mitte der Tragfläche sicher Zirkulation vorhanden sein muß, denn ohne sie gibt es keinen Auftrieb. Außen neben der Fläche aber besteht sicher keine Zirkulation, da dort kein störendes, die Strömung zerschneidendes Objekt vorhanden ist. Also müssen notwendig an den Flügelenden Wirbel ansetzen von einem Gesamtbetrag der Wirbelstärke an jedem Ende gleich der Zirkulation in der Mitte¹⁾. Die Wirbel sind nach dem

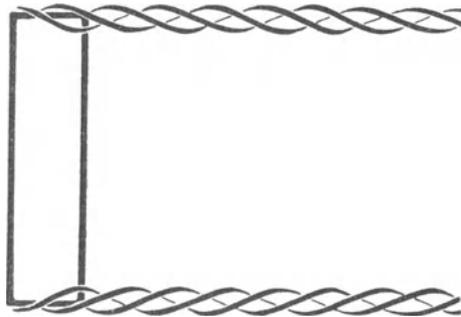


Abb. 9.
Tragfläche mit „Wirbelzöpfen“,
von oben gesehen.

Helmholtzschen Satze an die Flüssigkeitsteilchen gebunden und werden daher von der Strömung im wesentlichen geradlinig nach hinten weiter getragen. Hinter der Tragfläche entsteht so ein seitlich von zwei angenähert geraden Wirbeln begrenzter Streifen, in dem die Luft, wie wir gleich bemerken wollen, in absteigender Bewegung begriffen ist. Abb. 9 gibt eine grobe Veranschaulichung dieser Wirbel.

Die Umlaufsbewegung um den Flügel selbst läßt sich — mit Ausnahme der unmittelbaren Nachbarschaft der Tragfläche — ebenfalls angenähert durch einen in der Längserstreckung der Tragfläche liegenden Wirbelfaden darstellen; man erhält deshalb in erster Annäherung ein Wirbelgebilde von der in Abb. 10 angegebenen Gestalt als Ersatz für die bewegte Tragfläche.

Für die Verteilung der Geschwindigkeit in der Umgebung irgendeines Wirbelgebildes besteht eine vollkommene Analogie mit dem Magnetfeld eines stromdurchflossenen Leiters (Die Pfeile in der Abb. 10 geben die Richtung des elektrischen Stromes an, der das Magnetfeld hervorruft, das unserem Felde der Störungs-

¹⁾ Diese Überlegung ist zuerst von Lanchester ausgeführt worden: Aerial flight, Bd. I, § 125—127, doch fehlen bei ihm die nachfolgenden Schlüsse, die erst eine quantitative Auswertung geliefert haben.

geschwindigkeiten entspricht). Es läßt sich daher mittels der aus der Lehre vom Elektromagnetismus bekannten Rechenregeln die Geschwindigkeitsverteilung und aus dieser dann auch die Druckverteilung für jedes derartige Wirbelgebilde ermitteln.

5. Das eben beschriebene noch sehr rohe Bild leistet schon recht viel. Es versagt natürlich in der allernächsten Nachbarschaft der Tragfläche, jedoch ist bereits die Beeinflussung der einen Tragfläche eines Doppeldeckers durch die Anwesenheit der anderen mit praktisch brauchbarer Genauigkeit auf diese Art berechnet worden. Das Ergebnis dieser Rechnungen sind die Umrechnungsformeln von A. Betz²⁾, mittels deren aus Versuchsergebnissen an einem Eindecker für einen Doppeldecker vom gleichen Seitenverhältnis bei beliebiger Höhe und Staffellung die Widerstände, die Anstellwinkel und die zusätzlichen Wölbungen des sonst gleichen Profils ermittelt werden können, wenn die Verteilung des Auftriebes auf die beiden Tragdecken vorgeschrieben ist.

Die von der Tragfläche hervorgerufenen Zusatzgeschwindigkeiten nehmen vor der Tragfläche sowie über und unter ihr und seitlich davon im umgekehrten

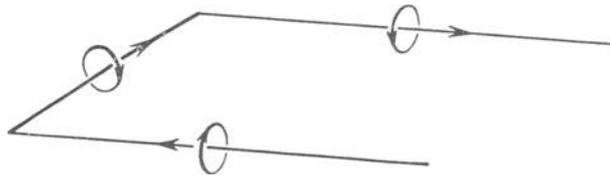


Abb. 10.

Wirbelsystem, das die Tragfläche in ihrer Wirkung auf entfernte Raumstellen ersetzt.

Quadrat der Entfernung ab , hinten dagegen erstreckt sich die Störung mit endlicher Stärke auf die ganze durchflogene Luftstraße. Das Wirbelsystem bewegt sich langsam nach abwärts (mit einer Geschwindigkeit $\frac{\Gamma}{2\pi l}$, wo l die Entfernung der Wirbelmitten ist) und breitet sich nach Erreichung des Bodens seitlich aus.

Nicht ohne Interesse ist die Frage, wie das Gewicht des Flugzeuges von der Luft aufgenommen wird. In einem „bodenlosen Luftmeer“ ist für den stationären Flug eine bestimmte Antwort nicht möglich. Das Ergebnis tritt nämlich zunächst in der Form $\infty - \infty$ auf und wird erst bestimmt, wenn gewisse Einschränkungen hinzugefügt werden, so z. B., daß der Flug, der mitten im freien Luftmeer begonnen sein soll, erst eine endliche Zeitspanne hindurch bestehen soll, oder daß in einer im übrigen beliebigen Entfernung ein Boden vorhanden sein soll, wobei dann die Flugzeit nicht eingeschränkt zu werden braucht. Im ersteren Fall findet man den Ausgleich für den Auftrieb in dem Impuls des Wirbelsystems, das durch den Anfahrwirbel nach hinten abgeschlossen ist und in dem als Gegenwirkung des Auftriebes eine absteigende Bewegung herrscht. Im Falle eines Bodens ergibt

²⁾ Zeitschr. f. Flugtechn. u. M. 1914, S. 253, ferner Techn. Ber. der Flugzeugmeisterei, Bd. I, Heft 4, S. 103.

sich wieder durch Hinzunahme der „gespiegelten Tragfläche“, daß der Auftrieb als Druck auf den Boden übertragen wird. Das Druckmaximum ist senkrecht unter der Tragfläche und ist $= \frac{A}{2\pi h^2}$, wobei h wieder die Höhe der Tragfläche über dem Boden ist¹⁾. Die Linien gleichen Druckes sind im einfachsten Fall²⁾ konzentrische Kreise, der Druckabfall erfolgt dann nach einer Glockenkurve von dem Gesetz

$$P = \frac{A \cdot h}{2\pi(h^2 + r^2)^{3/2}},$$

wo r der Kreisradius ist³⁾. Abb. 11 bringt die nach dieser Formel berechnete Druckverteilung zur Anschauung.

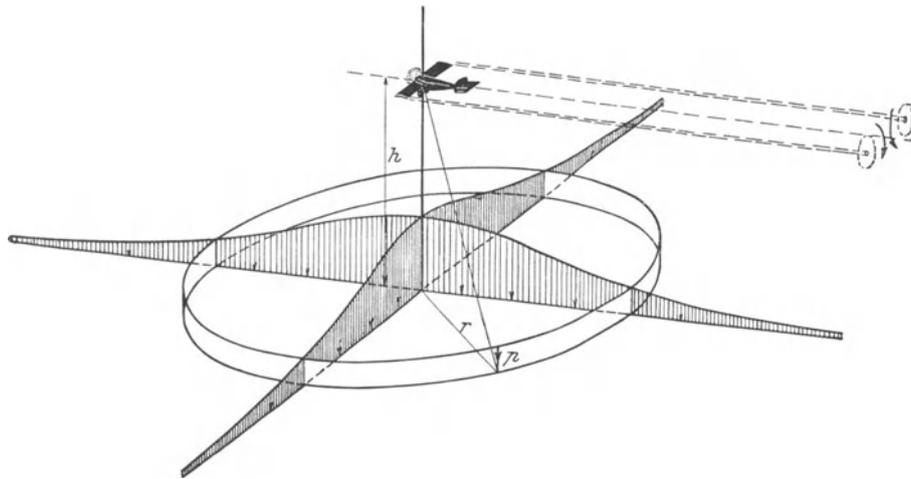


Abb. 11. Druckverteilung am Boden unter einem Flugzeug.

6. Eine Verfeinerung der Betrachtung, die zu einer sehr brauchbaren Eindeckertheorie führt, ergibt sich in folgender Weise: die Dichte des Auftriebes ist nicht auf die ganze Spannweite konstant, sondern sie sinkt im allgemeinen von einem Maximum in der Mitte nach den Flügelspitzen zu bis auf Null ab. Dem entspricht eine von innen nach außen abnehmende Zirkulation, woraus nach dem vorher angeführten Satz gefolgert werden muß, daß überall von der Mitte bis zur Flügelspitze entsprechend dem Betrage der Änderung der Zirkulation Wirbel abgehen müssen (also Wirbelstärke pro Längeneinheit $= \frac{d\Gamma}{dx}$). Nun können nach den hydrodynamischen Gesetzen Wirbel nur in der Flüssigkeitsschicht entstehen,

¹⁾ Diese Druckerhöhungen sind praktisch sehr klein. Für ein R-Flugzeug von 10000 kg Gewicht in 100 m Flughöhe ergibt sich z. B. 0,16 mm WS, was mit empfindlichen Instrumenten eben noch wahrgenommen werden kann.

²⁾ Wenn nämlich das Flugzeug auf schwach abwärts geneigter Bahn fliegt, so daß seine Abwärtsgeschwindigkeit mit der des Wirbelpaares übereinstimmt, dieses also jederzeit waagrecht liegt. Weiter ist bei der Ableitung der Formel noch angenommen, daß die Spannweite der Tragfläche klein ist gegenüber der Höhe h .

³⁾ Eine Ableitung dieser Formel findet sich in Anhang 1.

die den Körper unmittelbar berührt. Wenn sich, wie im Idealfall angenommen wird, die Strömung oberhalb und unterhalb des Flügels an der Hinterkante wieder völlig zusammenschließt, so folgt hieraus, daß die Wirbel in einem von der Hinterkante abfließenden flächenhaften Bande enthalten sein müssen. Man kann dieses Ergebnis in anderer Weise so darstellen: da der Unterdruck über und der Überdruck unter dem Flügel notwendig nach den Flügelspitzen zu abnimmt, wird oberhalb die Strömung in dem entstehenden Druckgefälle etwas nach der Mitte hin gesaugt, unten dagegen nach außen weggedrückt, und zwar jeweils in dem Maße des Auftriebabfalles. Das erwähnte Wirbelband ist dann die unmittelbare Wirkung des Geschwindigkeitsunterschiedes der seitlichen Bewegung der oberen und unteren Strömung an der Hinterkante der Tragfläche. Das Wirbelband rollt sich von den Rändern beginnend allmählich auf, wie Abb. 12 dies veranschaulicht, und verwandelt sich in großer Entfernung von der Tragfläche allmählich in ein Wirbelpaar mit etwas verwaschenen Wirbelkernen. Will man lediglich die

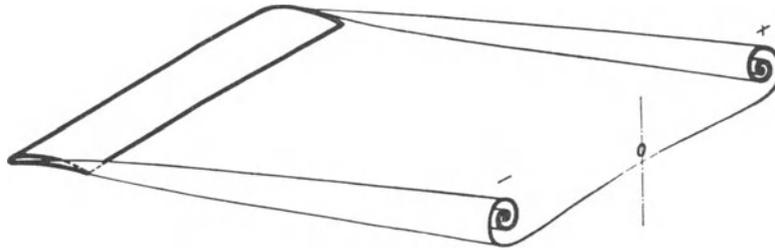


Abb. 12. Tragfläche mit dem von ihr erzeugten Wirbelband.

Rückwirkung des Wirbelbandes auf die Tragfläche selbst studieren, so darf man in erster Annäherung von den Eigenbewegungen des Wirbelbandes, die bei Flügeln der üblichen Seitenverhältnisse nur klein sind, absehen. Man rechnet also so, als ob die gebildeten Wirbelfäden geradlinig nach hinten weiter verlaufen würden. Hiermit ergibt sich eine bereits sehr befriedigende und sehr leistungsfähige Eindeckertheorie. Der grundlegende Gedanke, der auch schon bei den Umrechnungsformeln für den Doppeldecker zur Anwendung kam, ist der: Die Auftriebsverteilung — und deshalb auch das Wirbelsystem — sei gegeben oder irgendwie angenommen. Es wird nur der Anteil des Wirbelsystems näher betrachtet, der zu dem des Ausgangsobjektes der Betrachtung noch hinzukommt — also z. B. bei der Doppeldeckerrechnung das Wirbelsystem der anderen Tragfläche! Die Geschwindigkeiten des zusätzlichen Wirbelsystems werden berechnet und die Strömung ermittelt, die sie zusammen mit der ungestörten Strömung (Geschwindigkeit V) ergeben. Jedes Element des untersuchten Flügels wird nun um soviel verdreht und erforderlichenfalls seine Wölbung so verändert, daß es in der veränderten Strömung ebenso drin steht, wie es vorher in der ungestörten Strömung gestanden hatte. Nach unserer Annahme hat dann der so veränderte Flügel denselben Auftrieb wie das Vergleichsobjekt in seiner Strömung. Die Auftriebskraft wird dabei jedoch mit dem Flügel mit gedreht, wie leicht einzusehen ist.

Bei der Eindeckertheorie ist das Vergleichsobjekt die unendlich lange Tragfläche. Eine genauere Betrachtung zeigt, daß man im Fall einer geradlinigen,

zum Luftstrom senkrechten Tragfläche lediglich das abgehende Wirbelsystem zu betrachten braucht, wenn geringe Wölbungskorrekturen außer acht bleiben dürfen.

Eine Betrachtung des abgehenden Wirbelsystems liefert nun sofort das wichtige Ergebnis, daß von diesem am Ort der Tragfläche ein absteigender Luftstrom hervorgerufen wird. Dieser macht, wenn der Wert des Auftriebs ungeändert bleiben soll, eine Vergrößerung des Anstellwinkels nötig und bewirkt außerdem, da die Luftkraft immer senkrecht zur resultierenden Luftströmung steht und demnach hier nach hinten übergeneigt ist, einen Widerstand! Dieser Widerstand in der reibungslosen Flüssigkeit hat einen Gegenwert in der in dem Wirbelsystem steckengebliebenen Bewegungsenergie. Von der Verteilung der

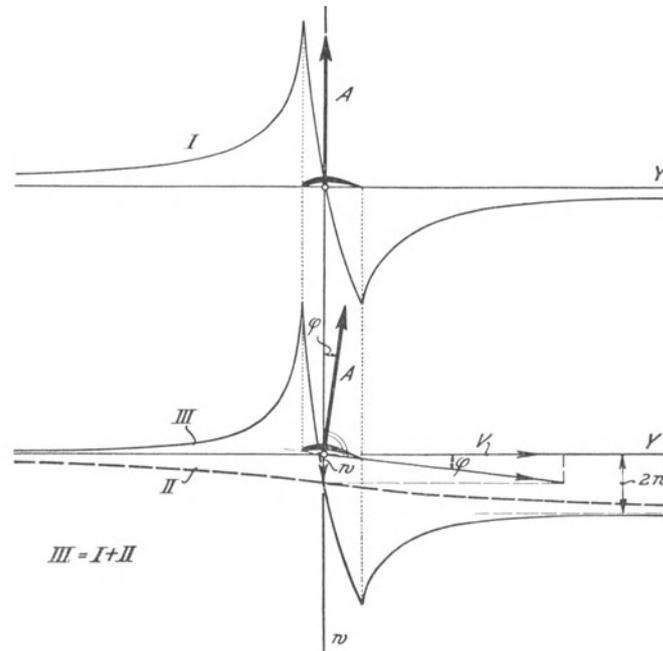


Abb. 13. (1919) Verteilung der lotrechten Geschwindigkeitskomponente auf einer Wagrechten in der Flugrichtung bei der unendlich breiten Tragfläche (I) und in der Mitte einer endlichen Tragfläche (II). Der Unterschied der beiden Beträge (II) ist die hier betrachtete Störungs- geschwindigkeit w .

Vertikalgeschwindigkeiten bei der unendlich langen Fläche und der endlichen Tragfläche gibt die Abb. 13 eine Vorstellung.

7. Für die Berechnung von Beispielen kann man so vorgehen, daß man für die Auftriebsverteilung, also für Γ , irgendein passendes Gesetz annimmt. Dann

folgt mit Bildung von $\frac{d\Gamma}{dx}$ das abgehende Wirbelsystem, aus diesem die Geschwin-

digkeit des absteigenden Luftstromes und hieraus der Widerstand und weiter die Verteilung des Anstellwinkels, die man annehmen muß, um den gegebenen Auftrieb zu erhalten („Erste Aufgabe“)¹⁾. Von den bisher bekannt gewordenen

¹⁾ Die zugehörigen Formeln finden sich in Anhang 2.

Lösungen ist von besonderer Wichtigkeit die, bei der der Auftrieb über die Spannweite nach einer halben Ellipse verteilt ist, vgl. Abb. 14. Bei dieser wird die absteigende Geschwindigkeit über die ganze Spannweite konstant und ergibt sich zu

$$w = \frac{2 A}{\pi b^2 \rho v}$$

(b = Spannweite, ρ = Dichte). Hierdurch entsteht somit ein Widerstand

$$W = \frac{w}{v} A = \frac{2 A^2}{\pi b^2 \rho v^2} = \frac{A^2}{\pi b^2 q}$$

($q = \frac{1}{2} \rho v^2$ = Staudruck).



Abb. 14. Elliptische Auftriebsverteilung.

Eine nähere Untersuchung zeigt, daß dieser Widerstand für den Eindecker der kleinste Widerstand ist, der bei vorgegebenen Werten des Auftriebs, der Spannweite und der Geschwindigkeit denkbar ist. In der üblichen Darstellung von Auf-

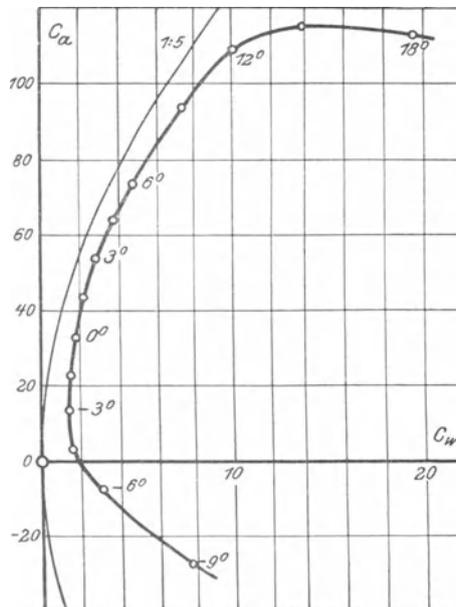


Abb. 15. „Polarkurve“ mit eingezeichneter „Widerstands-Parabel“.

trieb und Widerstand, in der „Polarkurve“, erscheint dieser Widerstand als Parabel, die um so weiter von der A-Achse abbiegt, je kleiner das Seitenverhältnis ist. In Abb. 15 ist diese Parabel zu einer durch den Versuch gewonnenen Polarkurve hinzugezeichnet.

Wir haben nun von dem gemessenen Widerstand von Eindeckermodellen diesen theoretischen Minimalwert abgezogen und dabei das praktisch höchst

wichtige Ergebnis erhalten, daß der Restwiderstand vom Seitenverhältnis so gut wie unabhängig ist. Dies lieferte eine sehr praktische Umrechnung von einem Seitenverhältnis zum andern¹⁾. Der Restwiderstand besteht aus denjenigen Verlusten, die durch Luftreibung und Wirbelbildung am Profil entstehen. Da er von der besonderen Gestaltung des Profils abhängt, wurde er Profilwiderstand genannt. Bei sehr guten Profilen reduziert er sich praktisch auf den Reibungswiderstand, wie ihn ebene Flächen ohne Auftrieb auch aufweisen. Für den theoretisch abgeleiteten Widerstandsanteil wurde, weil er von der Einwirkung der Flügelränder herrührt, der Name „Randwiderstand“ vorgeschlagen (Betz). Ein anderer Vorschlag, der anschaulich an die Analogie mit dem Magnetfeld des stromdurchflossenen Leiters erinnert, ist „induzierter Widerstand“ (Munk). Bei Mehrdeckern z. B. ist hier zwischen Selbstinduktion (Eindeckerwiderstand) und gegenseitiger Induktion zu unterscheiden, genau wie in der Elektrodynamik bei mehreren benachbarten Stromkreisen.

Der Zusammenhang von Auftrieb und Anstellwinkel wird von den Abweichungen der Zirkulation, von denen schon beim ebenen Problem gesprochen wurde, beeinflusst, außerdem macht sich der hier vernachlässigte Krümmungseinfluß etwas geltend, deshalb stimmen die umgerechneten Anstellwinkel nie so gut, wie die umgerechneten Widerstände.²⁾ Wegen dieses Umstandes ist es unzweckmäßig, den Anstellwinkel als unabhängige Veränderliche zu benutzen, es ist vielmehr immer besser, vom Auftrieb auszugehen.

Daß das Widerstandsgesetz, das nur für die elliptische Auftriebsverteilung abgeleitet war, praktisch auch für andere Umrisse so gut stimmt, läßt sich dadurch erklären, daß einerseits der Wert einer Größe in der Nähe des Minimums wenig variiert, andererseits die wirklichen Auftriebsverteilungen von der elliptischen nicht allzu sehr verschieden sind.

8. Die Strömung, die die elliptisch belastete Tragfläche hinter sich zurückläßt, wird, sofern man die Formänderung des Wirbelbandes außer Betracht läßt, wegen der konstanten Abwärtsgeschwindigkeit durch eine in der Hydrodynamik sehr bekannte Figur dargestellt: die Strömung um eine wagerechte in der Flugrichtung unendlich lange Platte, die mit der Geschwindigkeit $w_1 = 2w$ nach

¹⁾ Die Umrechnungsformeln sind von Betz in TB. I, S. 98, u. f. angegeben worden. Sie bestehen kurz in Folgendem: Es seien die dimensionslosen Größen $c_a = A/qF$ und $c_w = W/qF$ eingeführt, wo F die Flügelfläche ist. Dann gilt für zwei Tragflächen vom selben Profil, aber verschiedener Spannweite b bei ein und demselben Wert von c_a

$$c_{w1} - c_{w2} = \frac{c_a^2}{\pi} \left(\frac{F_1}{b_1^2} - \frac{F_2}{b_2^2} \right)$$

und

$$\sin(\alpha_1 - \alpha_2) = \frac{c_a}{\pi} \left(\frac{F_1}{b_1^2} - \frac{F_2}{b_2^2} \right).$$

Macht man diese Rechnung für eine Reihe von c_a -Werten, so kann man dadurch aus den Versuchskurven der einen Tragfläche die der anderen herleiten.

(Zusatz 1919.) Die Übereinstimmung der vorstehenden Formeln mit Versuchsergebnissen an rechteckig umrissenen Tragflächen ist bis zu einem Seitenverhältnis 1:2 herunter recht gut, wie unsere Versuche gezeigt haben.

abwärts bewegt wird, vgl. Abb. 16 (über den Faktor 2 wird im Anhang 3 Näheres gesagt werden). Dieser Zusammenhang, der den Weg zu einer Reihe von Verallgemeinerungen gezeigt hat, läßt sich in folgender Weise dem Verständnis näher bringen: statt der schnell über die Luftmassen hinwegstreichenden Druckverteilung der Tragfläche, durch die jeder Teilbezirk der Luft beim Vorübergang der Tragfläche einen kurzen Stoß erhält, sei angenommen, daß dieser Stoß auf der ganzen Bahn der Tragfläche zur gleichen Zeit erfolge. Dies geschieht in der Weise, daß der vorgenannten unendlich langen Platte stoßartig die Geschwindigkeit w_1 erteilt wird. Der Antrieb, der von der Tragfläche auf die Luft ausgeübt, jeweils auf die Längeneinheit in der Flugrichtung kommt, wird dann durch den Stoß-

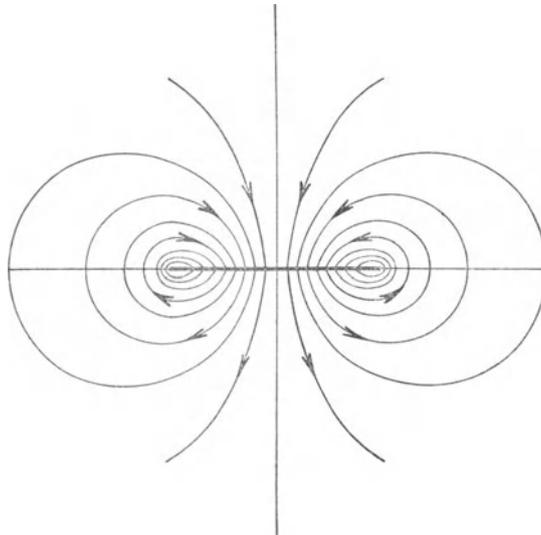


Abb. 16. Ebene Strömung hinter der Tragfläche mit elliptischer Auftriebsverteilung.

druck auf die Längeneinheit der Platte angegeben, der sich durch Integration aus den während des Stoßvorganges auftretenden Druckdifferenzen oberhalb und unterhalb der Platte ergibt ¹⁾.

Diese von meinem Mitarbeiter Herrn Munk entdeckte Betrachtungsweise gibt den Weg für die Lösung der folgenden Aufgabe, die die Umkehrung des bisher behandelten Problems darstellt: für vorgegebene Verteilung der absteigenden Geschwindigkeitskomponente w über die Spannweite die zugehörige Auftriebsverteilung zu finden („zweite Aufgabe“). Wie wir noch sehen werden, ist die einfachste Aufgabe dieser Art, daß nämlich w überall konstant ist, von besonderem technischen Interesse.

Eine dritte Aufgabe, die eigentlich die erste war, die ich mir stellte, die aber wegen ihrer Schwierigkeit immer wieder zurückgestellt werden mußte, ist die folgende:

Es sei eine Tragfläche von bestimmter Form vorgelegt und ihr Anstellwinkel gegeben, es soll die Auftriebsverteilung und der Widerstand berechnet

¹⁾ Vgl. Anhang 3.

werden. Diese Aufgabe führt auf eine unangenehm zu behandelnde Integralgleichung, die selbst für den Fall, daß es sich um eine Tragfläche von überall konstantem Profil und konstantem Anstellwinkel handelt, bisher noch nicht gelöst werden konnte. Die großen Anstrengungen, die besonders Herr Betz in der letzten Zeit auf sie gewandt hat, lassen erhoffen, daß sie demnächst einer Lösung zugeführt werden kann¹⁾. Man weiß immerhin schon einiges über diese Lösung, so z. B., daß die Auftriebsverteilung zwischen der Halbellipse und dem Rechteck liegt, und zwar näher an der Halbellipse bei kleinerem Verhältnis von Breite zur Tiefe, näher am Rechteck bei sehr länglichen Flächen. Die Geschwindigkeit w ist größer in der Nähe der Enden, so daß bei sehr länglichen Flächen der Widerstand mehr in der Nähe der Enden angehäuft ist (vgl. Abb. 17).

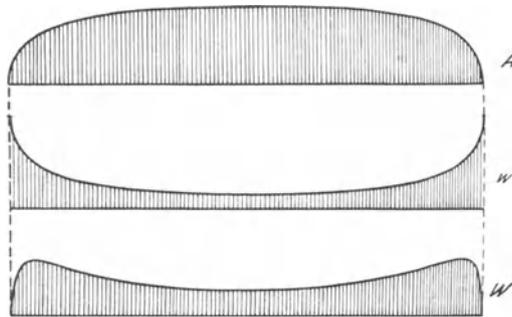


Abb. 17. Verteilung des Auftriebs A , der Vertikalgeschwindigkeit w und des Widerstandes W über die Spannweite bei einer sehr länglichen Tragfläche mit konstantem Profil und Anstellwinkel.

Theorie des Mehrdeckers.

9. Die Behandlung der „ersten Aufgabe“ (Auftriebsverteilung vorgegeben) für den Mehrdecker kann aus der des Eindeckers entwickelt werden, indem man zu dem Einfluß des eigenen Wirbelsystems der einzelnen Tragfläche den des Wirbelsystems der übrigen Tragdecken hinzunimmt. Der einfachste Ansatz, bei dem die benachbarten Wirbelsysteme einfach als aus drei geradlinigen Wirbeln bestehend angenommen sind, wurde bereits erwähnt. Man kann statt dessen auch elliptische Auftriebsverteilung annehmen und bekommt durch entsprechende, allerdings umständliche Rechnungen Zahlwerte für die gegenseitige Beeinflussung, die genauer sein dürften, als die der alten Formeln. Da es sich jedoch um elliptische Integrale handelt, muß in der praktischen Anwendung mit Tabellen oder Kurventafeln, bzw. mit Näherungsformeln gearbeitet werden. Die Rechnungen für die verschiedenen praktisch vorkommenden Fälle werden zurzeit in Göttingen gemacht²⁾. Eine innerhalb des praktischen Bereiches recht genaue Näherungs-

¹⁾ (1919.) Diese Lösung ist inzwischen von Herrn Betz vollendet worden. Sie wird in der Zeitschr. f. Flugtechn. u. M. auszugsweise veröffentlicht werden.

²⁾ (1919.) Die Ergebnisse für ungestaffelte Mehrdecker sind inzwischen veröffentlicht worden. Sie finden sich in meinem Aufsatz „Der induzierte Widerstand von Mehrdeckern“ in TB. III, Heft 7, S. 309.

formel für ungestaffelte gleich breite Tragdecken (Spannweite b , Abstand h , $A_1 =$ Auftrieb von Flügel 1, $A_2 =$ Auftrieb von Flügel 2 lautet:

Einfluß von Flügel 1 auf Flügel 2:

$$W_{12} = \frac{A_1 A_2}{\pi q b^2} \cdot \frac{1 - 0,66 h/b}{1,055 + 3,7 h/b} \text{ } ^1).$$

Eine noch bequemere und doch noch recht brauchbare Formel ist

$$W_{12} = \frac{A_1 A_2}{\pi q b^2} \cdot \frac{1}{1 + 5,3 h/b}.$$

Der Unterschied der Betzschen Formel für rechteckige und der neuen Formel für elliptische Auftriebsverteilung ist aus dem Kurvenblatt Fig. 18 zu ersehen.

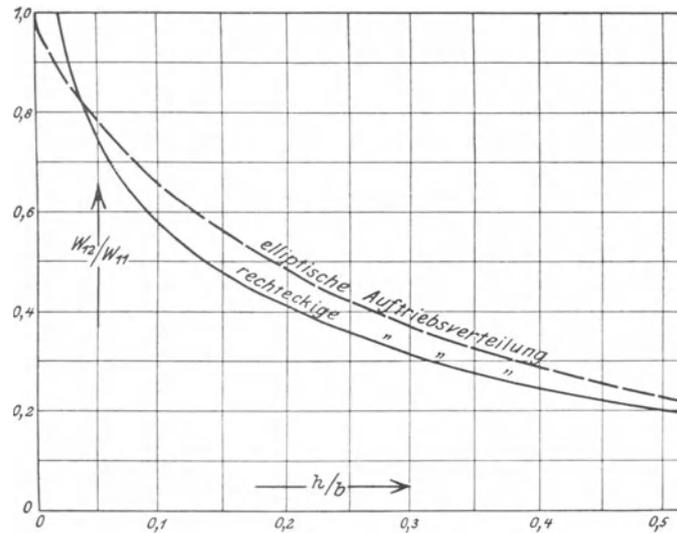


Abb. 18. Gegenseitige Beeinflussung zweier ungestaffelter, gleich großer Tragflächen: I. bei Annahme rechteckiger Auftriebsverteilung (Betz'sche Formel), II. bei Annahme elliptischer Auftriebsverteilung (neue Formel).

Nach einem zuerst von Munk gefundenen allgemeinen Satz ist für ungestaffelte Mehrdecker immer $W_{12} = W_{21}$. Der gesamte induzierte Widerstand eines Mehrdeckers besteht aus den Widerständen, die die einzelnen Tragflächen als Eindecker haben würden, und aus den eben erwähnten gegenseitigen Widerständen; beim ungestaffelten Doppeldecker ist also $W = W_{11} + W_{22} + 2 W_{12}$, beim Dreidecker entsprechend

$$W = W_{11} + W_{22} + W_{33} + 2 W_{12} + 2 W_{13} + 2 W_{23} \text{ } ^2).$$

Bei der theoretischen Ermittlung der Anstellwinkel müssen, wenn größere Genauigkeit verlangt ist, die Wölbungskorrekturen angebracht werden, die im

¹⁾ Zahlwerte 1919 etwas verbessert.

²⁾ Nach einem unter Nr. 10 angeführten Satz wird durch Staffelung der Gesamtwiderstand nicht geändert, so daß also die Ergebnisse obiger Formeln auch für gestaffelte Mehrdecker Geltung haben. W_{12} und W_{21} haben hier verschiedene Werte, jedoch ist ihre Summe gleich $2 W_{12}$ des ungestaffelten Mehrdeckers.

übrigen auch — und wahrscheinlich genauer — durch Übernahme der von Kutta für den unendlich breiten Doppeldecker errechneten Korrekturen erhalten werden können. Die Untersuchungen hierüber sind noch nicht zu Ende geführt.

Eine wichtige Frage ist die nach den günstigsten Anordnungen für Mehrdecker. Man kann nach den Beeinflussungsformeln den Widerstand für gegebenen Auftrieb bei gegebener Spannweite und Geschwindigkeit berechnen und Bedingungen für das Eintreten des kleinsten Widerstandes ableiten. So ergibt sich z. B. für einen Dreidecker von der Gesamthöhe gleich $\frac{1}{4}$ der Spannweite bei elliptischer Auftriebsverteilung ein günstigstes Verhältnis der Auftriebe von 1 zu 0,53 zu 1. Der induzierte Widerstand ergibt sich, wenn man denjenigen des Eindeckers mit gleicher Spannweite und gleichem Gesamtauftrieb $= 1$ setzt, für den günstigsten Dreidecker von obiger Höhe zu 0,687, für den Dreidecker mit gleichem Auftrieb auf allen Tragdecken zu 0,695, für den Doppeldecker von gleicher Gesamthöhe zu 0,710. Die Unterschiede sind also nur gering.

10. Von großem Interesse ist auch die Frage, welches der überhaupt kleinste Widerstand bei vorgegebenen Außenmaßen eines Tragwerks ¹⁾ ist, wenn der Aufbau des Tragwerks im einzelnen noch freisteht. Für die Lösung dieser Frage, die uns seit längerem beschäftigte, waren drei Sätze von Munk, deren Beweis demnächst im Druck erscheinen soll ²⁾, von ausschlaggebender Bedeutung. Ich führe sie hier ohne Beweis ³⁾ an; sie gelten unter der gewöhnlich gerügert genau zu treffenden Voraussetzung, daß die Ablenkungen des Luftstroms durch das Tragwerk als klein angesehen werden dürfen. Sie lauten in etwas veränderter Anordnung und unter Verzicht auf mathematische Strenge folgendermaßen:

1. Ein beliebiges Tragwerk ist in bezug auf den Widerstand gleichwertig mit einem Tragwerk, das aus dem ersteren entsteht, wenn alle Tragflächen-Mittellinien bei unveränderter Höhenlage in ein und dieselbe zur Flugrichtung senkrechte Vertikalebene gerückt werden, (so daß also ein „ungestaffeltes Tragwerk“ entsteht!). Voraussetzung für die Gültigkeit dieses Satzes ist dabei, daß durch geeignete Verdrehung der Flügelteile dafür gesorgt wird, daß die Auftriebsverteilung ungeändert bleibt.

2. Beim ungestaffelten Tragwerk ist die absteigende Geschwindigkeit in jedem Punkte der Ebene, die die Tragflächenmittellinien enthält, nur abhängig von den abgehenden Wirbeln (also nicht von den Wirbeln, die die Tragflächen ersetzen!), und gleich der Hälfte der absteigenden Geschwindigkeit weit hinter dem Tragwerk.

3. Das Minimum des Widerstandes bei einem gegebenen Tragwerksaufbau wird erreicht, wenn bei dem zugeordneten ungestaffelten Tragwerk die absteigende Geschwindigkeit an allen Punkten der Tragflächenmittellinien dieselbe ist.

¹⁾ Unter „Tragwerk“ sei ein tragendes Flügelsystem von beliebig allgemeiner Anordnung verstanden.

²⁾ (1919.) Inzwischen als Göttinger Dissertation unter dem Titel „Isoperimetrische Probleme aus der Theorie des Fluges“ erschienen.

³⁾ (1919.) Ein neuer, inzwischen von Betz gefundener Beweis ist im Anhang 4 kurz wiedergegeben.

Nach dem ersten Satz ergibt sich also z. B. ein Tandem gleichwertig mit dem entsprechenden ungestaffelten Tragwerk (was zuungunsten des Tandems spricht, bei dem der Momentenausgleich leicht Schwierigkeiten macht).

Der zweite Satz leistet die Zurückführung der Aufgabe auf die beim Eindecker bereits erwähnte Aufgabe des ebenen Problems der Hydrodynamik.

Nach dem dritten Satz ist hiermit die Auftriebsverteilung so zu bestimmen, daß die Geschwindigkeit w an allen Stellen des ungestaffelten Tragwerks denselben Wert annimmt. Diese Aufgabe ist mittels bekannter hydrodynamischer Methoden in einer Reihe wichtiger Fälle lösbar.

Gelöst ist bisher außer dem Eindecker der Doppeldecker mit gleicher Spannweite des Ober- und Unterflügels, bei dem elliptische Funktionen auftreten¹⁾. Beim Dreidecker, für den bisher nur die mit elliptischer Verteilung berechnete Näherung vorhanden ist, würden hyperelliptische Funktionen herangezogen werden müssen.

Die Widerstandsformel nimmt allgemein die Form an $W = \frac{A^2}{4 q F'}$, wo F' eine von der Gestalt der Vorderansicht des Flugzeugs abhängige Fläche ist. Denkt man sich die Tragwerksumrisse von einer ebenen Strömung einer reibungslosen Flüssigkeit umflossen, die im Unendlichen senkrecht, d. h. in der Richtung des Auftriebs, verläuft und dort die Geschwindigkeit 1 hat, dann wird nach den Munk'schen Ansätzen die Fläche F' erhalten, indem man die Werte des Strömungspotentials φ entlang dem Umriß bestimmt und sie als Höhen zu den Querabmessungen als Abszissen aufträgt: F' ist dann die Summe der von den entstandenen Linien umrandeten Flächen: $F' = \int \varphi dx^2$. Beim Eindecker ist die Fläche ein Kreis mit dem Durchmesser b . $F' = \frac{\pi b^2}{4}$ liefert in der Tat die Eindeckerformel. Abb. 19 auf folgender Seite zeigt links die in Rede stehende Strömung für einen Eindecker, rechts die Fläche F' . Das Aussehen der entsprechenden Bilder beim Doppeldecker und Dreidecker (letzteres nur „nach Gefühl“ entworfen) zeigen die Abb. 20 und 21.

Bei geometrischer Ähnlichkeit der Vorderansicht von zwei Tragwerken verhalten sich die Flächen F' immer wie die Quadrate der Spannweite. Zu jedem Tragwerk von der Spannweite b läßt sich ein Eindecker finden, der bei gleichem Auftrieb und gleichem Staudruck denselben induzierten Widerstand hat wie das Tragwerk. Ist die Spannweite dieses Eindeckers $= kb$, so ergibt sich der Faktor k allein abhängig von den Verhältnissen der Ausmaße der Vorderansicht des Tragwerks, ist also konstant für geometrisch ähnliche Vorderansichten, wenn die Art der Auftriebsverteilung ungeändert bleibt. Es ist nämlich gemäß der Definition von k :

$$F' = \frac{\pi}{4} (kb)^2, \text{ also } k = \sqrt{\frac{4F'}{\pi b^2}}$$

¹⁾ Die Lösung stammt von Herrn Dr. R. Grammel, der sie auf meinen Wunsch ermittelt hat, vgl. Tragflügeltheorie II, 8.

²⁾ Diese Formel ist im Anhang 3 abgeleitet. Dort steht Φ/w_1 an Stelle von φ , weil dort die Abwärtsgeschwindigkeit $= w_1$ gesetzt ist, statt wie hier $= 1$.

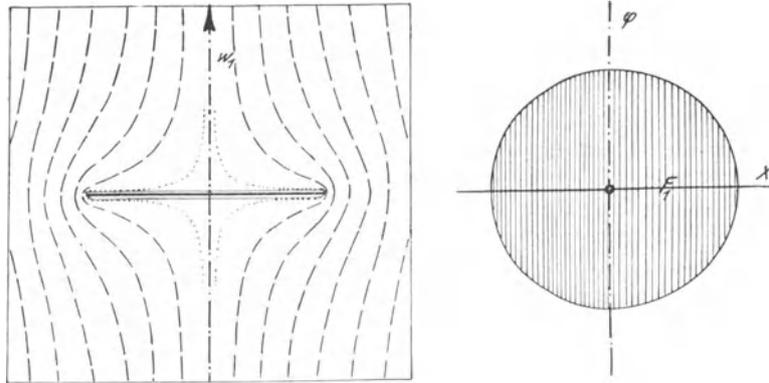


Abb. 19.

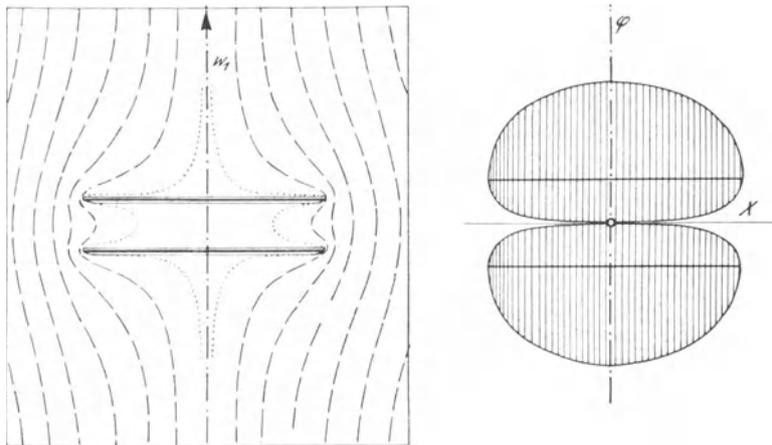


Abb. 20.

Abb. 19–22. Links: Strömung hinter einem Eindecker, Zweidecker, Dreidecker und rechteckigen Rahmentragwerk (für einen Beobachter, der sich mit der Geschwindigkeit des Wirbelsystems w_1 nach ab-

wobei nach Obigem F'/b^2 für geometrisch ähnliche Vorderansichten eine Konstante ist.

Die Flächentiefe kommt bemerkenswerterweise hier niemals explizit vor. Eine Änderung der Flächentiefe bei gleichbleibendem A und q ändert in der Tat nichts am induzierten Widerstand.

Die Formel

$$\frac{W}{A} = \frac{w}{V} = \frac{A}{4qF'} = \frac{A}{\pi(kb)^2q}$$

eignet sich zur Umrechnung von Widerstand und Anstellwinkel bei Abänderung des Seitenverhältnisses eines Mehrdeckers und zur Berechnung des Mehrdeckers aus Eindeckerversuchen, wenn die Werte von k für die Flügelanordnungen bekannt sind. Wegen des nicht berücksichtigten Wölbungseinflusses werden jedoch die Anstellwinkel nicht sehr genau, während die Widerstandsangaben bei Auf-

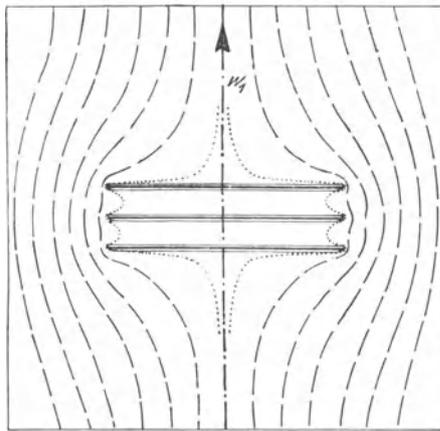


Abb. 21.

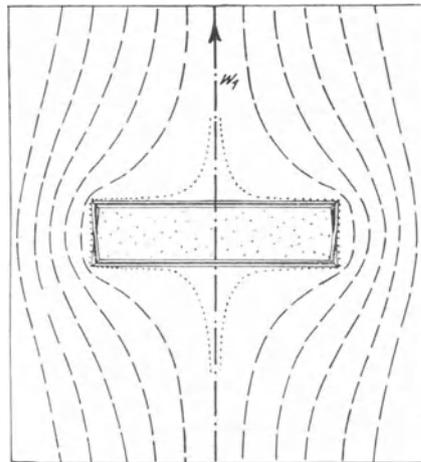
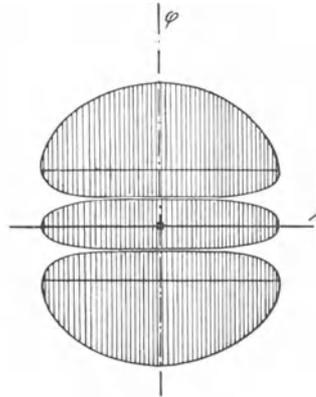
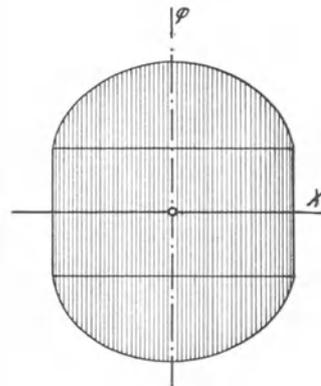


Abb. 22.



wärts bewegt). Rechts: Zugehörige Fläche F' , die durch Auftragung der Strömungspotentiale φ für die Tragwerkskontur abhängig von der zugehörigen x -Koordinate in der Querabmessung erhalten wird.

triebsverteilungen, die nicht allzu weit von der bei der Ermittlung von k zugrundegelegten abweichen, recht zuverlässig sein dürften¹⁾.

Die Fläche F' hat eine anschauliche Bedeutung: sie ist die Querschnittsfläche eines Luftstrahls von der Geschwindigkeit V , dem eine ablenkende Kraft gleich dem Auftrieb gerade die Geschwindigkeit $w_1 = 2w$ nach abwärts erteilen würde. Der lebendigen Kraft dieser Abwärtsbewegung entspricht eine Widerstandsarbeit, die sich nach kurzer Rechnung genau gleich $W \cdot V$ ergibt²⁾.

¹⁾ Diese Rechenvorschrift stammt von Munk, vgl. dessen „Beitrag zur Theorie der Flugzeugtragorgane“, TB. II, S. 187. Dort sind aus dem Göttinger Versuchsmaterial Zahlwerte für k für verschiedene Fälle abgeleitet. Theoretisch hergeleitete Zahlwerte für Mehrdecker habe ich in meinem Aufsatz „Der induzierte Widerstand von Mehrdeckern“, TB. III, S. 309, mitgeteilt. Dort wird statt k die Größe $\kappa = 1/k^2$ bevorzugt.

²⁾ $w_1 = \frac{A}{\rho F' V}$; Leistung = $\rho F' V \frac{w_1^2}{2} = \frac{A^2}{2\rho F' V} = W \cdot V!$

11. Ich komme jetzt auf die Frage nach dem überhaupt günstigsten Tragwerk bei gegebenen Außenmaßen zurück. Als solches ergibt sich bemerkenswerter Weise ein ringförmiges Tragwerk, das den gegebenen Begrenzungslinien entlang verläuft, also z. B. bei gegebener Breite und Höhe ein rechteckiger Rahmen, der aus einem Doppeldecker durch Einfügung von Seitenwänden entsteht, vgl. Abb. 22. Der induzierte Widerstand eines Vieldeckers, der als äußeren Umriß ein Rechteck hat, ist immer größer als der des zugehörigen Rechtecktragwerks; er nähert sich diesem unbegrenzt, wenn die Flügelzahl unbegrenzt vermehrt wird und der Auftrieb in der günstigsten Art verteilt wird. Dies erfordert, daß die äußeren Flügel einen erheblichen Teil der Last allein aufnehmen, während die mittleren Flügel verhältnismäßig schwach belastet werden.

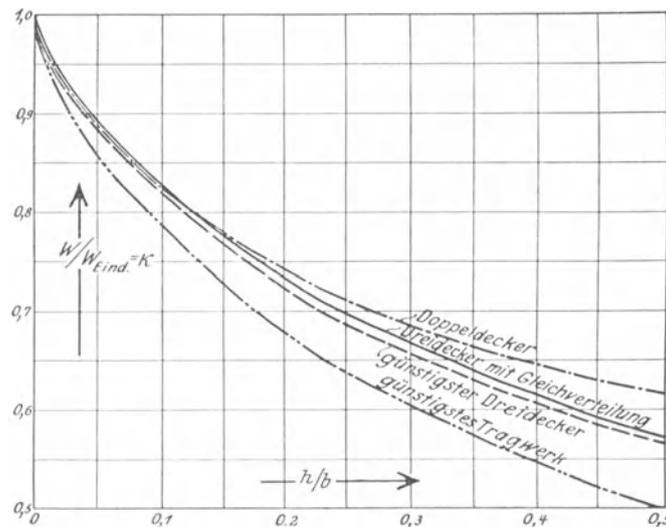


Abb. 23. Verhältnis des induzierten Widerstandes verschiedener Tragwerke zu dem des gleichbelasteten Eindeckers von derselben Spannweite, abhängig vom Verhältnis der Höhe des Tragwerks zur Spannweite.

Die Rechnungen für das Rechteck sind ebenso wie die für den Doppeldecker von den Herren Dr. Grammel und Leutnant Pohlhausen ausgeführt worden. Die Zahlwerte für Doppeldecker, Dreidecker (genähert!) und für das Rechteck sind durch die Kurven der Abb. 23 gegeben. Eine Näherungsformel für den Widerstand des günstigsten Tragwerks von gegebener Spannweite und Höhe h , die von $h/b = 1/12$ bis $h/b = 1/2$ recht gut befriedigt, lautet:

$$W_{\min} = \frac{A^2}{\pi q b^2} \cdot \frac{1 + 0,45 h/b}{1,04 + 2,81 h/b} \quad ^1)$$

Zahlenbeispiel: Für $h = b/4$ verhält sich der Widerstand des günstigsten Zweideckers zu dem des günstigsten Tragwerks wie 0,710:0,637 (Eindecker mit gleichem $b = 1$ gesetzt).

Für die praktische Anwendung dürfte das Rechtecktragwerk kaum in Betracht kommen, da die seitlichen Abschlußflächen viel schädlichen Widerstand

¹⁾ Verbesserte Formel 1919.

ergeben und im übrigen dieselbe Verbesserung des induzierten Widerstandes viel bequemer durch eine Spannweitenvergrößerung von rund 6 v. H. erreicht wird.

Das „günstigste Tragwerk“ dient vielmehr in der Hauptsache zu Abschätzungen und gestattet z. B., ähnlich, wie es für den Eindecker bisher schon möglich war, für jedes Tragwerk, dessen Außenmaße vorliegen, die Aufstellung eines „Wirkungsgrades“, der definiert wird durch das Verhältnis des günstigsten Widerstandes zu dem wirklich vorhandenen Widerstand. Für Tragdecken ohne alle Stiele und Verspannungen ergeben sich dabei bei den größeren Anstellwinkeln häufig ganz befriedigende Werte. Bei den kleineren Anstellwinkeln, wo der Profilwiderstand mehr ins Gewicht fällt, ist der Wirkungsgrad entsprechend kleiner. Besonders große praktische Bedeutung hat übrigens dieser Wirkungsgrad aus dem Grunde nicht, weil die Vergleichsgröße, der induzierte Widerstand des „günstigsten Tragwerks“, selbst nicht ein- für allemal technisch festliegt, sondern durch Änderung der Spannweite usw. immer geändert werden kann.

Weitere Anwendungen.

12. Die bis jetzt durchgeführten Anwendungen der Tragwerkstheorie auf die Flugzeuge selbst sind mit dem bisher Vorgetragenen im wesentlichen erschöpft. Es mag jedoch kurz noch ein anderes Anwendungsgebiet gestreift werden, das ebenfalls eine Reihe wichtiger Ergebnisse geliefert hat und das besonders für die Versuchsanstalten von großer Bedeutung ist. Es gelingt nämlich, die Ansätze, die wir kennen gelernt haben, auch auf die Vorgänge an Tragwerken anzuwenden, die sich in einem von festen Wänden umgebenen Kanal oder in einem freien Luftstrahl befinden. Durch geeignete Ansätze — in den meisten Fällen durch das Spiegelungsprinzip — konnte das Verhalten der Tragwerke in Kanälen und freien Luftstrahlen von kreisförmigem und von rechteckigem Querschnitt studiert werden. Der Vergleich der Ergebnisse mit denen im freien Luftraum ergibt Umrechnungsformeln, durch die der Einfluß der Versuchsanordnung, der häufig nicht ganz gering ist, nachträglich rechnerisch ausgeschaltet werden kann. Man kann im Besitz dieser Umrechnungsformeln wesentlich größere Modelle verwenden, als dies sonst zulässig wäre. Da die Umrechnung vom Modell auf die große Ausführung an Sicherheit gewinnt, wenn die Maßstabsunterschiede kleiner werden, so ist diese von der Theorie geleistete Hilfe als sehr wertvoll anzusehen. Ein näheres Eingehen auf Einzelheiten verbietet mir jedoch die zur Verfügung stehende Zeit.

Für die Weiterentwicklung der Tragwerkstheorie fehlt es nicht an Aufgaben, die der Bearbeitung harren: Die schräg gestellte Tragfläche und die mit Pfeilstellung, die mit Verwindung, ferner die schwingende und die im Kreis oder auf einer Schraubenlinie bewegte Tragfläche werden noch schwierige Probleme zu lösen geben. Daneben kann an allerhand Verfeinerungen und Verbesserungen der bisherigen Theorie gedacht werden, besonders in der Richtung, daß die Verteilung des Auftriebs in der Tiefenrichtung der Tragfläche auch berücksichtigt wird.

Es mangelt also nicht an neuen Aufgaben. Durch die dankenswerte Fürsorge der Heeresverwaltung ist die Modellversuchsanstalt in Göttingen im Kriege mit so ausreichendem Personal versehen, daß neben der Versuchsarbeit auch diese

theoretischen Dinge gefördert werden können. Es steht daher zu hoffen, daß wir noch einiges weiter erreichen werden. Dabei liegt es mir aber völlig ferne, das ganze Arbeitsgebiet für Göttingen in Anspruch zu nehmen, vielmehr werde ich es gerne begrüßen, wenn wir auch außerhalb Mitarbeiter finden.

Bemerkung bei der Druckfertigmachung 1919. Der unglückliche Kriegsausgang hat auch die Modellversuchsanstalt Göttingen genötigt, ihr Personal sehr stark zu verringern, so daß in Zukunft für die weitere Förderung der vorgenannten Aufgaben die Hilfe freiwilliger Mitarbeiter nötig sein wird, wenn die bis Ende 1918 eifrig geförderten Arbeiten erfolgreich weiter geführt werden sollen.

Anhang.

1. Druckverteilung am Boden unter einem Flugzeug.

Die Bernoullische Druckgleichung nimmt für den Fall, daß es sich um Geschwindigkeitsverteilungen mit kleineren Beträgen der Geschwindigkeit handelt, die mit einer gleichförmigen Geschwindigkeit V im Raum fortschreiten, eine besonders einfache Form an, sobald man die in den kleinen Größen quadratischen Glieder vernachlässigt.

Die genannte Flüssigkeitsbewegung wird zu einer stationären Strömung, wenn man der Flüssigkeit die gemeinsame Geschwindigkeit $-V$ erteilt. Wählt man — in Anwendung auf unsere besondere Aufgabe — die X -Achse in der Richtung der Flügelspannweite, die Y -Achse in der Flugrichtung (wagrecht), die Z -Achse lotrecht, so lautet die Bernoullische Gleichung, mit $p_0 =$ ungestörtem Druck und $p =$ Überdruck, bei Vernachlässigung der Eigenschwere der Luft:

$$p_0 + p + \frac{\rho}{2} \{u^2 + (-V + v)^2 + w^2\} = p_0 + \frac{\rho}{2} V^2;$$

hieraus wird, wenn man ausquadrirt und kürzt, und noch u^2 , v^2 und w^2 als klein von höherer Ordnung vernachlässigt,

$$p = \rho V v, \dots \dots \dots (1)$$

eine Gleichung, die auch in der Lehre von den Wellenbewegungen eine große Rolle spielt.

Es handelt sich jetzt um die Berechnung von v am Boden. Zunächst sieht man, daß die horizontal in der Richtung der Y -Achse angenommenen „abgehenden Wirbel“ keinen Beitrag zu v liefern. Es bleibt also nur der „Querwirbel“ von der Länge l und der (mittleren) Zirkulation Γ . Es sei vorausgesetzt, daß die Länge l klein ist gegen den Abstand h des Flugzeugs vom Boden; dann ist es erlaubt, mit dem Querwirbel wie mit einem einzigen Wirbelelement zu rechnen. Dieser liefert dann an dem Aufpunkt A mit den Koordinaten x und y gemäß dem Biot-Savartschen Gesetz eine Geschwindigkeit senkrecht zu der Ebene ABF (vgl. Abb. 24) von dem Betrage $v_1 = \frac{\Gamma \cdot l \sin \alpha}{4 \pi R^2}$. Das Spiegelbild des Querwirbels im Punkte F' , das hinzugenommen werden muß, um die senkrechten

Geschwindigkeitskomponenten am Boden wegzuschaffen, liefert eine gleich große Geschwindigkeit v_2 senkrecht zur Ebene ABF' . Ist β der Winkel zwischen der

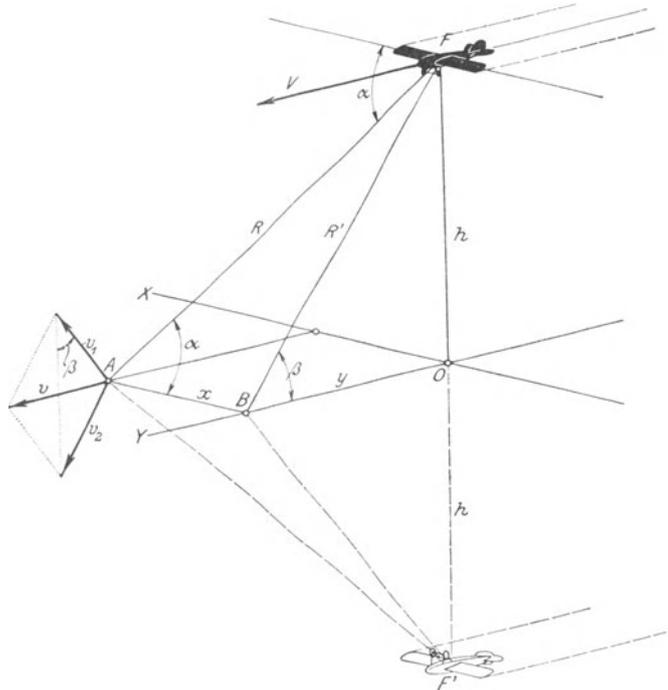


Abb. 24.

Ebene ABF und der XY -Ebene, so wird demnach die resultierende Geschwindigkeit aus v_1 und v_2 : $v = 2 v_1 \sin \beta$, oder, mit $\sin \alpha = R'/R$, $\sin \beta = h/R'$:

$$v = \frac{\Gamma 1 h}{2 \pi R^3} \dots \dots \dots (2)$$

Hiermit liefert Gl. (1) mit Rücksicht darauf, daß nach der Kutta-Joukowski'schen Formel $\rho \Gamma 1 V = A$ ist:

$$P = \frac{A h}{2 \pi R^3}$$

was mit $R^2 = h^2 + r^2$ die im Vortrag angegebene Formel ergibt.

Die Integration des Druckes über die unendlich ausgedehnte XY -Ebene liefert, wie es sein muß, eine resultierende Kraft $= A$.

2. Eindeckerformeln.

Ein nach beiden Seiten unendlich langer gerader Wirbelfaden von der Zirkulation Γ bedeutet eine Umlaufbewegung mit Geschwindigkeiten $v = \Gamma / 2 \pi r$ im Abstand r von der Wirbelachse. Hiervon überzeugt man sich leicht, wenn man an die Bedeutung der Zirkulation als Wegintegral der Geschwindigkeit denkt: Das Wegintegral von v auf dem Wege $2 \pi r$ gibt gemäß obigem $v \cdot 2 \pi r = \Gamma$. Erstreckt sich der Wirbel nur nach der einen Seite ins Unendliche, so findet man

in der senkrechten Ebene durch seinen Anfang aus Symmetriegründen Geschwindigkeiten vom halben Betrage der oben angegebenen, denn wenn man zwei solcher Wirbel aneinanderfügt, so daß wieder ein beiderseits unendlich langer Wirbel entsteht, so müssen dessen Geschwindigkeiten, die an jedem Punkte die Summe der Geschwindigkeiten der einzelnen Wirbelstücke sind, wieder die oben angegebenen Werte ergeben.

Ist bei einer Tragfläche die Zirkulation, Γ als Funktion der Abszisse x gegeben, so wird in einem kleinen Abschnitt dx , in dem sich die Zirkulation um $\frac{d\Gamma}{dx} \cdot dx$ ändert, ein Wirbelfaden von dieser Stärke nach hinten abgehen. An der Stelle a ergibt dieser Wirbelfaden gemäß dem oben Dargelegten, da für r hier $a - x$ zu setzen ist, eine Geschwindigkeit vertikal nach unten (oder oben) vom Betrag $dw = \frac{1}{4\pi} \cdot \frac{d\Gamma}{dx} \cdot \frac{dx}{a-x}$. Die ganze Zusatzgeschwindigkeit an der Stelle a ist demnach, wenn, wie es in Wirklichkeit stets zutrifft, die Funktion $\Gamma(x)$ überall stetig und an den Enden $= 0$ ist, das Integral dieses Ausdruckes über die Spannweite b , also

$$w(a) = \frac{1}{4\pi} \int_{-\frac{b}{2}}^{+\frac{b}{2}} \frac{d\Gamma}{dx} \cdot \frac{dx}{a-x} \dots \dots \dots (1)$$

Die Abwärtsgeschwindigkeit w ist Ursache einer Abwärtsneigung der Luftströmung gegen den Tragflächenabschnitt an der Stelle $x = a$ vom Betrag: $\operatorname{tg} \varphi = w/V$. Der Auftrieb $dA = \rho \Gamma V dx$ auf dem Abschnitt dx liefert demnach durch Rückwärtsneigung um den (kleinen) Winkel φ eine Widerstandskomponente $dW = dA \cdot w/V = \rho \Gamma w dx$. Der Widerstand ist somit

$$W = \rho \int \Gamma w dx \dots \dots \dots (2)$$

Setzt man $\Gamma = \Gamma_0 \sqrt{1 - \left(\frac{x}{\frac{1}{2}b}\right)^2}$ entsprechend einer Verteilung nach einer Halbellipse, so ergibt die Ausrechnung des Integrals der Gl. (1)

$$w = \Gamma_0 / 2b = \text{const.}! \dots \dots \dots (3)$$

Aus
$$A = \rho V \int_{-\frac{b}{2}}^{+\frac{b}{2}} \Gamma dx = \rho V \cdot \frac{\pi}{4} \Gamma_0 \cdot b$$

ergibt sich $\Gamma_0 = \frac{4A}{\pi \rho V b}$ und damit also

$$w = \frac{2A}{\pi \rho V b^2} \dots \dots \dots (4)$$

3. Formel für den Minimalwiderstand.

Nach dem in Nr. 10 Mitgeteilten ergibt diejenige Auftriebsverteilung an einem Tragwerk den geringsten Widerstand, die bei dem zugehörigen ungestaffelten

Tragwerk an allen tragenden Stellen die gleiche Abwärtsgeschwindigkeit w liefert. Die Abwärtsgeschwindigkeit w_1 an denjenigen Stellen des Luftraums hinter dem Tragwerk, die mit den tragenden Stellen in unmittelbare Berührung gekommen sind, ist dann weit ab vom Tragwerk, wenn von der Formänderung des Wirbelbandes abgesehen wird, ebenfalls konstant, und zwar $= 2 w$. Dies rührt davon her, daß hier die sämtlichen Wirbelfäden nach unserer Voraussetzung in derselben Konfiguration vorhanden sind, wie am Tragwerk selbst, nur daß sie sich nicht wie an diesem nur nach einer Seite, sondern nach beiden Seiten erstrecken, was gemäß dem im Anhang 2 Gesagten eine Verdoppelung der Geschwindigkeiten bedeutet.

Die Formänderung des Wirbelbandes nimmt zwar mit wachsender Entfernung vom Tragwerk allmählich beträchtliche Werte an: für alle Schlußfolgerungen, die sich auf das Tragwerk selbst beziehen, ist jedoch der Fehler, den man begeht, wenn man diese Formänderung völlig außer acht läßt, nur gering, da die hauptsächlich wirksamen Wirbelteile in der Nähe des Tragwerks in der Tat nur sehr geringe Umformung aufweisen. Die Umformung des Wirbelsystems geht übrigens umso langsamer vor sich, je kleiner die Geschwindigkeit w_1 im Verhältnis zu V ist, also je kleiner unter sonst gleichen Verhältnissen der Auftrieb ist. Die hier abgeleiteten Beziehungen haben also umso strengere Geltung, je kleiner der Auftrieb ist, gelten aber auch für die größten praktisch vorkommenden Auftriebe immer noch hinlänglich genau.

Nach den Darlegungen in Nr. 8 ist die in der angegebenen Weise vereinfachte Luftströmung weit hinter dem Tragwerk eine ebene Strömung um ein starres Gebilde, das die von den tragenden Stellen unmittelbar berührten Luftteile zusammenfaßt und das sich mit der Geschwindigkeit $w_1 = 2 w$ nach abwärts bewegt. Man betrachtet nun das stoßartige In-Bewegung-Setzen dieses Gebildes und bringt dies mit der Auftrieberzeugung durch das Tragwerk in Beziehung.

Ist τ die Stoßdauer und p der Überdruck an irgendeiner Stelle der Flüssigkeit während des Stoßvorgangs, ferner Φ das Geschwindigkeitspotential der Strömung am Ende des Stoßvorgangs, so hängt nach einem Satz der Hydrodynamik der Druck mit dem Potential durch die Gleichung $\int_0^\tau p \, dt = \rho \Phi$ zusammen. Betrachtet man ein Stück der Flugbahn des Tragwerkes von der Länge l , der bei der Flugeschwindigkeit V eine Flugzeit t nach der Gleichung $t = l/V$ entspricht, so entspricht der Gesamtstoßkraft, die auf die Länge l des starren Gebildes kommt, eine Wirkung der von dem Tragwerk getragenen Last während der Zeit t . Auf ein Flächenelement von der Größe $l \, dx$ (x in der Flügelerstreckung quer zur Flugrichtung gemessen) wirkt ein Druck p_1 von unten und ein Druck p_2 von oben; damit wird die Stoßkraft auf dieses Element $= l \, dx \int_0^\tau (p_1 - p_2) \, dt$, was nach obigem $l \, dx \cdot \rho (\Phi_1 - \Phi_2)$ gibt; die Gesamtstoßkraft wird somit $= l \rho \int_0^b (\Phi_1 - \Phi_2) \, dx$. Setzt man diese gleich $A t = A l/V$, so wird

$$A = \rho V \int (\Phi_1 - \Phi_2) dx^1 \quad (1)$$

Nun sind die Werte Φ proportional der Geschwindigkeit w_1 des starren Gebildes, also noch von A abhängig; eine von A unabhängige Größe erhält man, wenn man jeden Φ -Wert durch w_1 dividiert, und zwar werden auf diese Weise rein geometrische, nur von den Querabmessungen des starren Gebildes, d. h. von der Vorderansicht des Tragwerks abhängige Größen erhalten. Φ/w_1 ist eine Länge, also $\int (\Phi_1 - \Phi_2) dx/w_1$ eine Fläche, die im folgenden F' genannt werden soll. Durch Einführung von F' in Gl. (1) erhält man

$$A = \rho V w_1 F' \quad (2)$$

Hieraus ergibt sich sofort w_1 , und damit auch die absteigende Geschwindigkeit am Orte des Tragwerks $w = \frac{w_1}{2} = \frac{A}{2 \rho V F'}$. Damit wird

$$W = \frac{w}{V} A = \frac{A^2}{2 \rho V^2 F'} = \frac{A^2}{4 q F'} \quad (3)$$

4. Kurzer Beweis der Munkschen Sätze.

(1919.) Für die in Nr. 10 angegebenen Munkschen Sätze ist inzwischen von Herrn Betz ein sehr anschaulicher und kurzer Beweis gefunden worden. Der induzierte Widerstand würde auch in der „reibunglosen Flüssigkeit“ vorhanden sein. Da hier keine Energie verschwinden kann, muß die bei der Überwindung dieses Widerstandes geleistete Arbeit als kinetische Energie in der Flüssigkeit erhalten bleiben. Diese kinetische Energie findet sich in dem Wirbelschweif wirklich vor, wie eine nähere Untersuchung lehrt; sie ist eindeutig bestimmt, wenn die Wirbelkonfiguration bekannt ist. Auf welche Weise diese Wirbelkonfiguration entstanden ist, kann also auf die Größe des gesamten induzierten Widerstandes keinen Einfluß haben. Hieraus folgt unmittelbar die Richtigkeit des „Staffelungsatzes“. Denn durch Staffelung der einzelnen Tragflächen bei unverändert bleibender Auftriebsverteilung wird an dem abgehenden Wirbelsystem nichts geändert. Der Satz ist in dem Maße genau, als die Formänderung des Wirbelsystems durch die Eigenbewegung auf der durch das Maß der Staffelung gekennzeichneten Strecke vernachlässigt werden darf. Diese Formänderung ist, wie in Anhang 3 erwähnt wurde, um so geringer, je kleiner alle Auftriebe sind. Der Satz gilt also sehr genau für sehr kleine Auftriebe.

Um nun zu dem Satz vom Widerstandsminimum zu gelangen, sei an zwei im übrigen beliebigen Stellen des Tragwerks ein wenig Auftrieb zugefügt, bzw. fortgenommen. Der hinzugenommene und der weggenommene Auftrieb sollen

¹⁾ (1909) Hierzu mag angemerkt werden, daß $\Phi_1 - \Phi_2$ nichts anderes ist als die Zirkulation Γ an der Stelle x , was man am einfachsten einsieht, wenn man das Linienintegral der Geschwindigkeit für eine Linie betrachtet, die von der Stelle x unter dem Wirbelband heraus und über ihm wieder zur Stelle x zurückführt. Die obige Betrachtung liefert demnach zugleich einen Beweis für die hier überall benutzte Übertragung des Kutta-Joukowski'schen Satzes auf beliebige Tragwerke (der ursprüngliche Beweis dieses Satzes bezieht sich allein auf die ebene Strömung).

dabei genau gleich groß sein, so daß der Gesamtauftrieb ungeändert bleibt. Jede beliebige kleine Änderung der Auftriebsverteilung läßt sich durch hinreichend viele solche Einzeländerungen herstellen. Das Kennzeichen des Minimums ist dabei, daß durch solche kleine Änderungen der Wert der Größe, die zu einem Minimum gemacht werden soll, hier also der des Widerstandes, nicht geändert wird. (Würde er geändert, so würde er durch die in passendem Sinne vorgenommene Änderung verkleinert werden können und wäre dann eben nicht das Minimum).

Die Widerstandsänderung durch das Hinzukommen eines kleinen Auftriebs δA an einer Stelle des Tragwerks besteht, da der Eigenwiderstand des Auftriebs δA als klein von der 2. Ordnung vernachlässigt werden kann, aus zwei Teilen, nämlich aus der Änderung des Widerstandes des eigentlichen Tragwerks durch das Geschwindigkeitsfeld des δA und aus dem Widerstand des δA durch das Geschwindigkeitsfeld des Tragwerks. Diese Widerstandsänderung kann unter Vernachlässigung der Eigenbewegung des Wirbelsystems am bequemsten dann berechnet werden, wenn man den Zusatzauftrieb δA weit hinter dem Tragwerk anbringt. Nach dem Staffelungssatz ist dies erlaubt, und man erreicht dadurch, daß der erstere Teil der Widerstandsänderung gleich Null wird, denn nach vorne verschwindet das Geschwindigkeitsfeld eines Tragwerks — hier unseres δA — sehr schnell. Der zweite Teil aber ergibt sich, wenn w_1 die Geschwindigkeit weit hinter dem Tragwerk an der Stelle von δA ist, nach früherem $= \delta A \cdot w_1/V$. Für zwei gleichzeitige Auftriebsänderungen erhält man, da deren gegenseitiger Widerstand von der zweiten Ordnung klein und daher zu vernachlässigen ist,

$$\delta W = (\delta A_I w_I + \delta A_{II} w_{II})/V.$$

Für unsere Aufgabe soll $\delta A_I + \delta A_{II} = 0$ und $\delta W = 0$ sein, was nur möglich ist, wenn $w_I = w_{II}$ ist. Damit ist der Satz bewiesen.

Es sei hier noch erwähnt, daß es Herrn Betz mit dieser Beweisart geglückt ist, einen dem Munkschen Satz ganz entsprechenden für Schraubenpropeller zu beweisen¹⁾: „Die Luftkräfte (oder anders gesprochen die Zirkulationen) sind so zu verteilen, daß das abgehende Wirbelsystem weit ab von der Schraube sich wie eine starre Schraubenfläche bewegt.“ Auch hier gilt ein entsprechendes Staffelungsgesetz. Der Satz gilt wieder nur streng für sehr kleine Schraubenschübe. In einem Zusatz zu der Betzschen Arbeit konnte ich zeigen, daß sich die Schubverteilung über die Schraubenflügel auf Grund des Betzschen Satzes angenähert angeben läßt. Bei gleichem Außendurchmesser zeigt sich die vielflügelige Schraube der zweiflügeligen in ähnlicher Weise überlegen, wie der Vieldecker gegenüber dem Zweidecker (vgl. Nr. 11).

¹⁾ A. Betz, Über Schraubenpropeller mit geringstem Energieverlust, Nachr. d. Ges. d. Wiss. zu Göttingen 1919, S. 193.