

## 100 Jahre Experimental-Hydrodynamik im Schiffbau

Timmermann, Gerhard

Veröffentlichungsversion / Published Version

Zeitschriftenartikel / journal article

### Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Timmermann, G. (1975). 100 Jahre Experimental-Hydrodynamik im Schiffbau. *Deutsches Schifffahrtsarchiv*, 1, 135-141. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-49769-3>

### Nutzungsbedingungen:

*Dieser Text wird unter einer Deposit-Lizenz (Keine Weiterverbreitung - keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.*

*Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.*

### Terms of use:

*This document is made available under Deposit Licence (No Redistribution - no modifications). We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.*

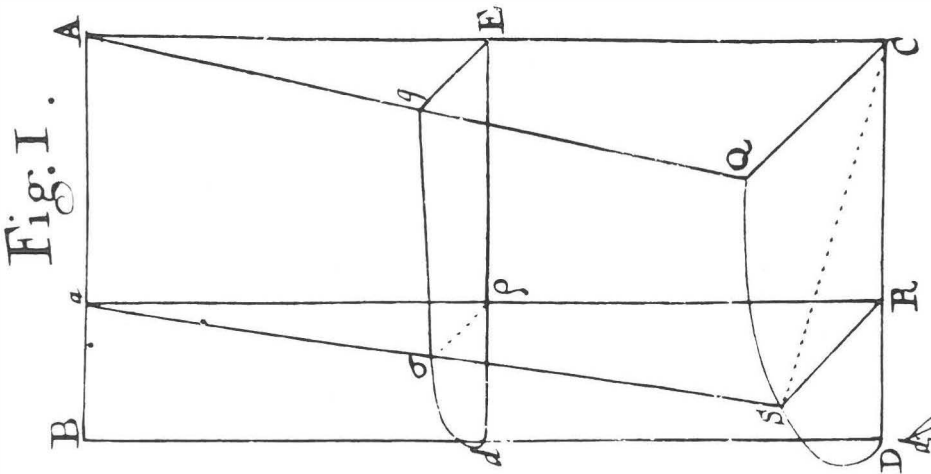
*By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.*

# 100 JAHRE EXPERIMENTAL-HYDRODYNAMIK IM SCHIFFBAU

VON GERHARD TIMMERMANN

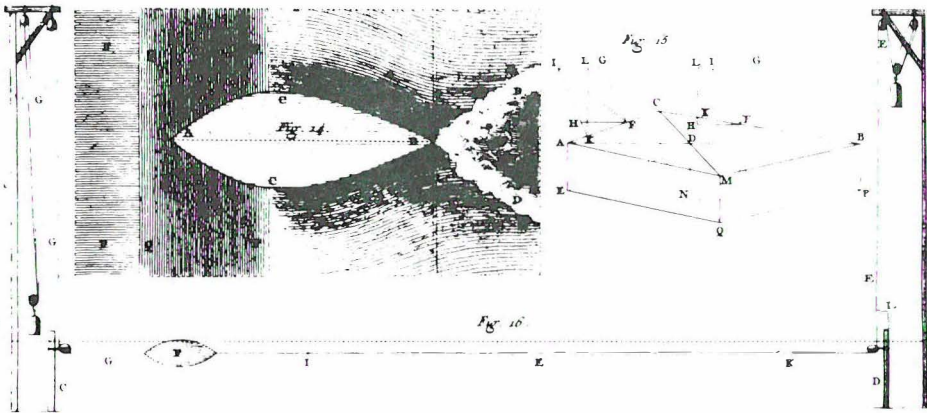
Der Schiffbauer muß stets bemüht sein, eine optimale Schiffsform zu schaffen, wobei die Frage: welche Form ist optimal? ganz von dem Zweck abhängt, dem das Schiff dienen soll.

Der Erste, der versuchte, eine optimale Schiffsform auf wissenschaftlicher Grundlage zu gewinnen, war anscheinend Phineas Pett, der bedeutendste Schiffbaumeister z. Zt. der Königin Elisabeth I. von England und des Königs Jacob I. Er wandte sich an den Mathematiker John Wallis mit der Bitte, ihm zu sagen, wie man einen Keil-Kegel mathematisch konstruieren könne, aber erst 1684 erschien eine Mathematik-Arbeit über den *Cono-Cuneus* von J. Wallis. Nach der Gründung der Académie des Sciences beschäftigten sich verschiedene Mathematiker und Physiker mit der rechnerischen Ermittlung des hydrodynamischen Wasserdruckes auf eine Fläche, um auf diese Weise den Schiffswiderstand zu ermitteln. Aus diesen theoretischen Anfängen



Keil-Kegel von John Wallis 1684

entwickelten seit 1842 nach Einführung des Dampfschiffes Schiffstheoretiker Formeln zur Feststellung der erforderlichen Schiffsmaschinenleistung. Jedoch hatten diese Formeln für den Praktiker einen genau so geringen Wert wie jene zur Zeit der reinen Segelschiffe im 17. und 18. Jahrhundert.



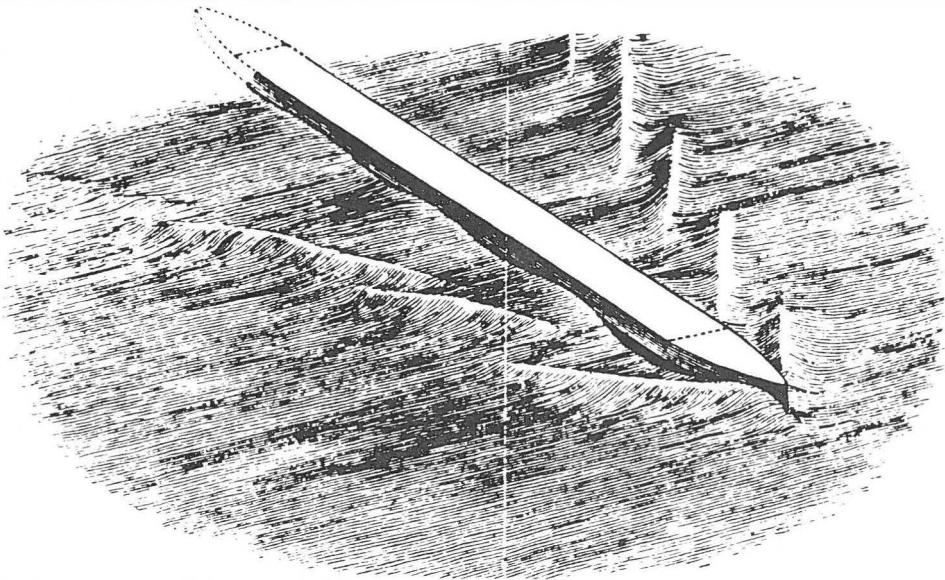
*Schleppversuch von F. H. af Chapman 1775*

Einen anderen Weg schlug schon 1717 Charles Sheldon, Schiffbaumeister in Karlskrona in Schweden ein, indem er einfach zwei Schiffsmodelle in einem 60 m langen Tank durch Schleppen mittels Fallgewicht in ihrer Form und Geschwindigkeit verglich. In der Folgezeit sind dann noch von verschiedenen Physikern und Schiffbauern solche Schleppversuche mit Fallgewichten angestellt worden, die jedoch sämtlich infolge der Vernachlässigung der Fallgesetze zu fehlerhaft waren.

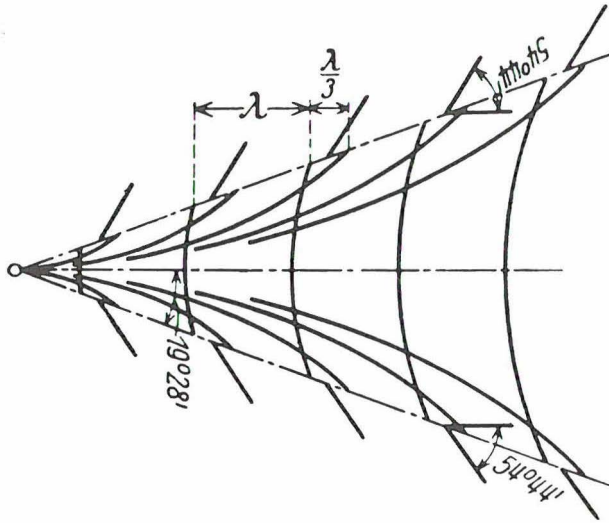


*William Froude (1810–1879)*

Erst 1871 konnte William Froude, ein Civilingenieur, auf seinem Landsitz in Chelston Cross bei Torquay eine von ihm selbst gebaute Schleppversuchsanstalt in Betrieb nehmen, in der nun Schiffsmodelle durch einen Wagen geschleppt wurden, der über einem 60 m langen Tank auf Schienen fuhr. Der Wagen wurde von einer stehenden Dampfmaschine mittels einer endlosen Leine gezogen. Auf dem Wagen befanden sich ein Federdynamometer für die Schiffswiderstandsmessung und die Geschwindigkeitsmesser. Für die Regulierung der Wagengeschwindigkeit hatte Froude eine besondere Steuerung für die Dampfmaschine gebaut. Zur Umrechnung seiner Modellmeßergebnisse für das große Originalschiff benutzte er eine aus dem allgemeinen mechanischen Ähnlichkeitsgesetz von Isaac Newton abgeleitete Formel. Schon 1831 hatte jedoch diese Zusammenhänge zwischen Modell und Original der elsässische Ingenieur Ferdinand Reech entdeckt. In besonderen Schleppversuchen mit ebenen aber künstlich gerauhten Platten ermittelte Froude den Einfluß der Rauigkeit der Schiffswandung und machte die ersten annähernd richtigen Zeichnungen vom Verlauf der Bugwelle. Den genaueren Verlauf dieser Bugwellen errechnete William Thomson, bekannt als Lord Kelvin, mit einem Spitzenwinkel von etwa  $19^\circ$ . Die Länge einer solchen Bugwelle, einer Stauwelle, ist abhängig von der Schiffsgeschwindigkeit. 1883 beschäftigte sich Osborne Reynolds mit der Physik der Zähigkeit von Flüssigkeiten, und so sprach man später außer von dem Reibungswiderstand und dem Wellenwiderstand auch von einem Zähigkeitswiderstand. Froude hatte schon 1871 zur Kontrolle seiner Schleppversuche einen Vergleichsschleppversuch mit der Korvette *Greyhound* angestellt, der die Richtigkeit seiner Modellversuche bestätigte. Aus den Meßergebnissen konnte er leicht die erforderliche Maschinenleistung des großen Schiffes errechnen.



Wellensystem von William Froude 1871



Von Lord Kelvin berechnetes Wellensystem 1904

Die zweite Schleppversuchsanstalt wurde unter der Leitung des Chefkonstruktors der niederländischen Kriegsmarine, Dr. Bruno Joann Tideman, in Amsterdam gebaut. Aus Mangel an Geldmitteln bewegte man den Schleppwagen hier durch Menschenkraft vorwärts. Auch Tideman machte ergänzende Versuche zur Ermittlung des Reibungswiderstandes. Als nach einigen Jahren diese beiden Versuchsanstalten auch Aufträge für das Ausland übernahmen, schuf man 1887 in Petersburg, 1889 in Spezia, 1898 in Washington und 1884 auf der Werft von Denny in Dumbarton ebenfalls solche Möglichkeiten.

In Deutschland entstand die erste Schleppversuchsanstalt 1892 weit im Binnenlande in Übigau bei Dresden auf der Werft der Elbereederei „Kette“, die eine Kettenschleppschiffahrt betrieb. Auch hier fuhr der Schleppwagen anfangs durch Menschenkraft. Die Hauptforschungsprobleme erstreckten sich in Übigau vor allen Dingen auf die Form der Binnenschlepper und -kähne und den Einfluß der Kanal- und Flußquerschnitte auf den Schiffswiderstand. In diesem Institut wirkte der Hydrodynamiker und Wasserbau fachmann Hubert Engels von der TH Dresden. 1900 – 1903 modernisierte Dipl. Ing. Friedrich Gebers die Anstalt, an der er bis 1910 wirkte. Sein Nachfolger wurde Dipl. Ing. Günther Kempf, der dort 1910 den Einfluß der wellenbildenden Länge des Schiffes auf den Widerstand entdeckte. In Übigau hat man auch die Modelle der beiden Hapagschnelldampfer *Imperator* und *Vaterland* geschleppt. Außerdem untersuchte hier um 1897 Marinebaurat Otto Kretschmer seine Tetraederschiffsform oder Löffelkeilform; er verfolgte also die gleichen Ideen wie Phineas Pett. Die Anstalt wurde im ersten Weltkriege stillgelegt.

Am Ende des vorigen Jahrhunderts gab der Norddeutsche Lloyd in Bremen zwei Fahrgastschiffe in Auftrag, einen an die Schichau-Werft in

Elbing und einen an die Stettiner Vulkan-Werft. Der Schnelldampfer *Kaiser Wilhelm der Große* aus Stettin errang das „Blaue Band“, mit 22,5 kn, der *Kaiser Friedrich* aus Elbing wurde nicht abgenommen, weil er die geforderte Geschwindigkeit nicht erreichte. Damals gab der N D L dem jungen Dipl. Ing. Johann Schütte aus Oldenburg den Auftrag, die Ursache dieser Differenz zu untersuchen. Schütte ließ daraufhin entsprechende Modelle in Spezia schleppen und veranlaßte später den NDL, sich eine eigene Schleppversuchsanstalt in Bremerhaven zu bauen. Nach ihrer Fertigstellung im Jahre 1900 wurde Schütte Leiter der Anstalt, und als er 1904 einem Ruf an die neue TH Danzig folgte, wurde Carl Bruckhoff sein Nachfolger. Prof. Schütte ging 1922 von Danzig zur TH Berlin und ist im übrigen der Erfinder des berühmten Schütte-Lanz Luftschiffes. In Bremerhaven sind unter anderem die ersten mathematisch konstruierten Schiffslinien des Wiener Schiffbauingenieurs Friedrich Franz Maier als Modelle geschleppt worden. Die Anstalt mußte dem Neubau von Hafenanlagen nach 1914 weichen.

In Berlin entstand für die Kaiserliche Marine und die preußische Wasserbauverwaltung 1901 – 02 die Kgl. Preußische Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau, also die erste staatliche deutsche Anstalt. Hier wirkte ab 1910 Friedrich Gebers, der 1916 an die von ihm in Berlin entworfene Schleppversuchsanstalt in Wien ging. Die Berliner Versuchsanstalt ist mehrfach umgebaut und verbessert worden und arbeitet heute noch.

Die erheblichen Kosten einer solchen Anlage brachten den Marineoberbau- rat Hermann Wellenkamp 1900 auf den Gedanken, das alte Schleppverfahren mit Fallgewicht und Schleppseil durch Einbau eines Stimmgabelchronographen und Verwendung von Klaviersaitendraht auf kugelgelagerten Scheiben und Trommeln so zu gestalten, daß die Fallgesetze berücksichtigt wurden. Nach Wellenkamps Idee baute man zunächst in Kiel provisorisch und 1907 in Berlin – Lichtenrade eine Marineversuchsanstalt.

Es ergab sich jedoch eine falsche Fragestellung insofern, als der Schiffbauer die Schubkraft bzw. Maschinenleistung für die Geschwindigkeit seines Schiffes wissen will, nicht umgekehrt.

Um 1903 machte der Hamburger Pädagoge Prof. Dr. Friedrich Ahlborn im Realgymnasium des Johanneums in einem 2 m langen Glastank photographische, stereoskopische und kinematographische Aufnahmen von Strömungsvorgängen an durchs Wasser geschleppten Flächen und Körpern, über die er auf drei Vorträgen vor der Schiffbautechnischen Gesellschaft in Berlin berichtete und lebhaftes Interesse fand. Als er jedoch 1909 beim Hamburger Senat den Antrag zum Bau eines 40 m langen Tanks stellte und der Senat sich an den Chefkonstrukteur der Schiffswerft Blohm & Voß, Dr. Ing. Ernst Förstere, zur Begutachtung des Antrages wandte, erklärte dieser eine solche Einrichtung für ungeeignet und gründete seinerseits zusammen mit 16 Werften und Reedereien die Hamburgische Schiffbauversuchsanstalt G.m.b.H. 1913 – 15 baute man dann in Hamburg-Barmbek eine Anlage, die im Endausbau 1942 mit 450 m Tanklänge, außerdem einem Flachwassertank mit Strömungseinrichtung, einem Hochgeschwindigkeitstank für 20 m/sec.

Schleppgeschwindigkeit, einem Manövrierteich von 100 m Durchmesser und 2 Tanks für Propellerkavitationsuntersuchungen – sie kann zur Korrosion führen – bis 1945 die größte Schiffbauversuchsanstalt der Erde war. Von 1915 – 1921 wirkte hier als Leiter Carl Bruckhoff aus Bremerhaven. Hierher übernahm man auch das Widerstandsdynamometer und die Paraffinfräsmaschine für die Schiffsmodelle aus Bremerhaven. Günther Kempf ging 1911 von Übigau nach Hamburg an die Ingenieurschule, da der Direktor Prof. Zopke aufgrund eines Vertrages mit Hermann Wellenkamp ein Schiffbaulaboratorium nach dessen und Froudes Schleppmethode bauen lassen wollte. Kempf übernahm den Entwurf und die Bauleitung. Die Meßgeräte wurden nach 1918 z. T. aus Übigau und Lichtenrade in dieses Schiffbaulaboratorium übernommen. 1922 übertrug man die Leitung der HSVA an Dr. Ing. Günther Kempf, und das Laboratorium in Hamburg-Berlinertor wurde von Dr. Ing. Carl von den Steinen weitergeführt.



*Prof. Dr. Ing. Günther Kempf  
(1885–1961)*

Es ist nun ausgeschlossen, über alle Aufgaben und Probleme zu berichten, die in der HSVA von 1915 – 1945 gelöst wurden. Bis 1930 sind jährlich etwa 150 verschiedene Schiffsmodelle geschleppt worden, und zwar für 20 Nationen. Auf Kempfs Initiative hin veranstaltete man 1932 in Hamburg

die erste Internationale Tankleiter Konferenz, die später mit Ausnahme der Kriegszeit fortgesetzt wurden und auch heute noch stattfinden.

Für Stabilitäts- und Schiffsschwingungsprobleme wurde 1937 mit Carl von den Steinen im Schiffbaulaboratorium eine Forschungsstelle in Zusammenarbeit mit der HSVA eingerichtet.

Die HSVA wurde 1945 vollständig zerstört, die Instrumente der Forschungsstelle von der Besatzungsmacht entfernt.

Jedoch sammelten sich die geistigen Kräfte zu einer Hanseatischen Ingenieurgesellschaft und arbeiteten unter Aufsicht der damaligen Militärregierung von 1947 – 1957 im Schiffbaulaboratorium der Ingenieurschule. In dieser Zeit ist hier von Obering. Edgar Heckscher das Wellenkamp-Schleppverfahren abgeändert worden. Das Modell wird von einer Elektromotorwinde mit dem Draht in einer bestimmten Geschwindigkeit geschleppt und die Schleppkräfte an einer Pendelwaage, über die der Draht geführt ist, gemessen.

Seit 1957 arbeitet die HSVA in einer neuerbauten Anstalt mit einem 300 m langen und einem 80 m langen Schlepptank, dazu einem Flachwassertank (0,80 m Tiefe), einem Manövrierteich von 25 m Durchmesser und 3 Kavitationstanks für Propeller, dazu einer Zuse Rechenanlage Z 31. Bis zur Grundsteinlegung dieser neuen Anstalt im Jahre 1952 sind 2750 Schiffsmodelle und 250 Propellermodelle untersucht worden und 268 Publikationen erschienen.

Die Leitung der HSVA lag von 1955 – 1967 in den Händen des Physikers Prof. Dr. Ing. Hermann Lerbs und nun in denen von Prof. Dr. Ing. Otto Grim<sup>1</sup>. Fast alle bedeutenden Erfindungen auf dem Gebiete der Schiffsform und ihrem Seeverhalten sind in diesem Institut untersucht worden. Darüberhinaus erhielten der Schiffbau und das Schiffbauversuchswesen von hier aus viele bedeutende Impulse, u.a. auch durch die aus der Hanseatischen Ingenieurgesellschaft hervorgegangenen Firma Kempf und Remmers, die sich mit dem Bau von Meßinstrumenten für Experimental-Hydrodynamik beschäftigt und allein 28 Schleppwagen für Anstalten geliefert hat.

Seit 1954 gibt es außerdem in Duisburg die Schiffbauversuchsanstalt für Binnenschiffe, z. Zt. unter der Leitung von Prof. Dr. H. Schneekluth, in der sich zwei Schlepptanks von 130 m und 150 m Länge mit bis zu 1 m Wassertiefe und 2,5 m Strömungsgeschwindigkeit sowie ein Manövrierteich befinden.

Interessant ist die Zahl der Versuchsanstalten im Laufe der 100 Jahre: 1900 gab es sieben, 1910 vierzehn, 1960 sechsunddreißig und 1966 siebenundfünfzig mit 72 Schlepptanks, davon allein in Japan 16 Institute.

*Anmerkung:*

1 Seit dem 1. 1. 1975 ist Prof. Dr. Ing. O. Krappinger Direktor der HSVA.