

24 | 1955

SCHRIFTENREIHE SCHIFFBAU

K. Wieghardt

Schiffsmodelle im Windkanal

TUHH

Technische Universität Hamburg-Harburg

Schiffsmodelle im Windkanal

K. Wieghardt, Hamburg, Technische Universität Hamburg-Harburg, 1955

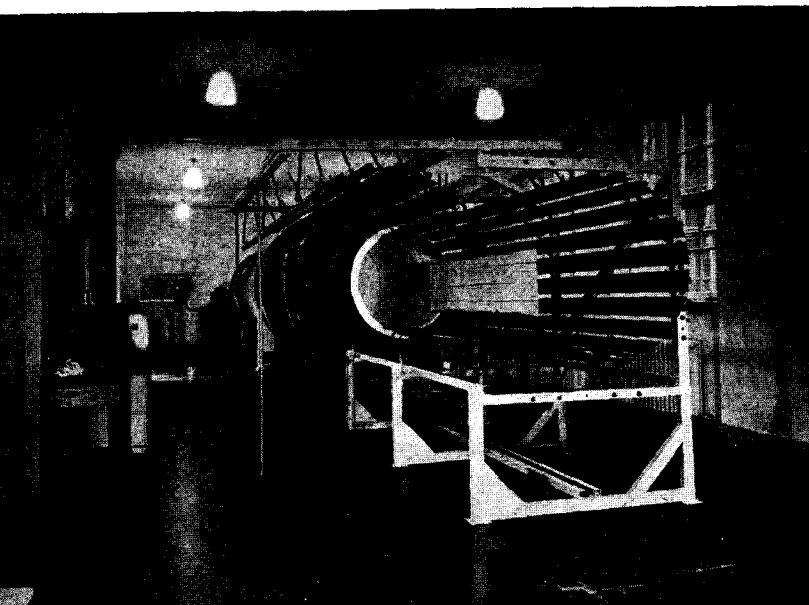
© Technische Universität Hamburg-Harburg

Schriftenreihe Schiffbau

Schwarzenbergstraße 95c

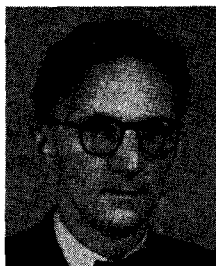
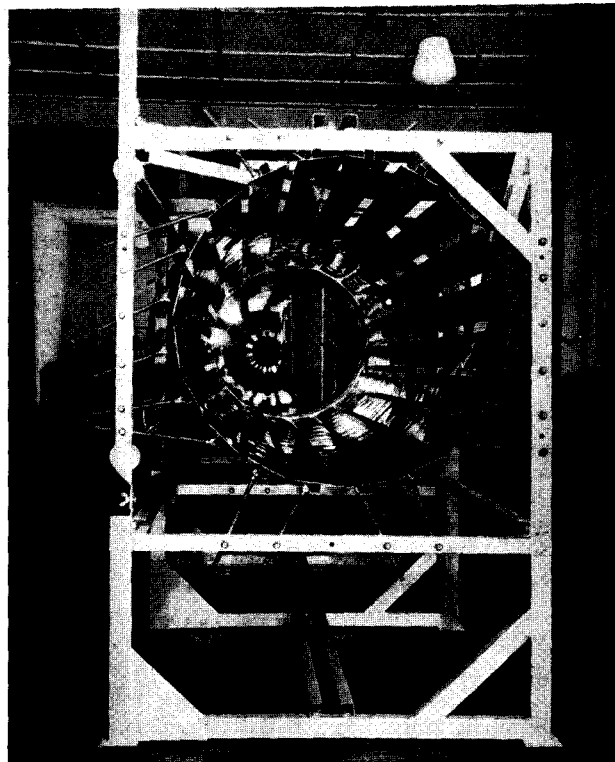
D-21073 Hamburg

<http://www.tuhh.de/vss>



Der neue Windkanal des Instituts für Schiffbau der Universität Hamburg. Bemerkenswert ist die Verlängerung der Meßstrecke durch die Lattenverkleidung.

Photo: Th. Voigt, Hamburg.



SCHIFFSMODELLE im Windkanal

Von Prof. Dr. K. Wieghardt, Institut für Schiffbau der Universität Hamburg

Windkanäle sind in der Luftfahrtforschung bereits alltägliche Versuchseinrichtungen. In Amerika z. B. kann man selbst größere Typen fertig kaufen. Daraus ist zu ersehen, daß die Entwicklung von Windkanälen für Luftströme von Unterschallgeschwindigkeit zumindest für praktische Zwecke als abgeschlossen angesehen werden kann. Trotzdem werden auch Anlagen zu besonderen Zwecken abweichend von der üblichen Bauart entworfen. Eine solche Spezialanrichtung ist der neue Windkanal des Instituts für Schiffbau der Universität Hamburg, der sich besonders für Untersuchungen an schiffsähnlichen, also sehr langgestreckten Modellen, eignet.

Zunächst mutet es vielleicht merkwürdig an, daß ein Schiffbauinstitut eine Anleihe bei den Methoden der Luftfahrtforschung macht und eine Anlage errichtet hat, von der man sonst nur im Zusammenhang mit Flugzeugen, Raketen oder Gasturbinen hört. Freilich gibt es auch hier aerodynamische Einzelprobleme, wie z. B. den Luftwiderstand der Schiffsaufbauten oder die Ausbildung des Schornsteins. Diese Problemgruppe ist aber nur von untergeordneter Bedeutung, denn die wichtigsten Strömungsvorgänge am Schiff sind natürlich die im Wasser. Diese im Modellversuch nachzuahmen, scheint zunächst nur möglich in einem Wasserkanal oder in einem mit Wasser gefüllten Schlepptank. Und das trifft auch gerade für zwei Hauptprobleme zu, nämlich für die Wellenbildung und für die Kavitation (Hohlraumbildung, vor allem am Propeller). Es gibt aber auch Fragen der Schiffshydrodynamik, bei denen weder die freie Wasseroberfläche noch Kavitation eine wesentliche Rolle spielen. Hier lohnt es sich durchaus zu überlegen, ob ein entsprechender Modellversuch auch im Windkanal durchgeführt werden könnte. Denn für uns, die wir in einem Luftmeer leben, ist das Experimentieren im Freistrahle eines Windkanals wesentlich bequemer und auch billiger. Ein geschlossener Wasserkanal muß wegen der großen Masse des umlaufenden Wassers sehr stark (und daher teuer) gebaut werden, und die Handhabung ist dementsprechend umständlich. Beim Schleppen eines Modells durch einen Wassertank andererseits sind feinere Untersuchungen dadurch erschwert,

daß je nach der Länge der Meßstrecke nur Versuchszeiten von wenigen Minuten oder Bruchteilen einer Minute zur Verfügung stehen.

Vom Standpunkt der Strömungslehre ist es ja zunächst belanglos, ob es sich um eine Strömung in Luft oder Wasser handelt. Wenn man gewisse Ähnlichkeitsregeln beachtet, kann man Versuchsergebnisse im Windkanal auch auf Wasserströmungen übertragen. Hierzu gehören Schiffsprobleme, wie die Druckverteilung und die Kräfte am Unterwasserschiff (auch bei Kurvenfahrt), die Eigenschaften verschiedener Ruder, die Kräfte auf die Tragfläche eines Tragflächenboots oder allgemein jeder Strömungsvorgang in unbegrenzter, inkompressibler Flüssigkeit, der nur durch die Reynolds-(Re-)Zahl ¹⁾ bestimmt wird.

Den Hauptanlaß zum Bau des Windkanals gab jedoch das Problem des Schiffswiderstandes. Dieser setzt sich aus Reibungswiderstand W_R und Wellenwiderstand W_W zusammen. Bei Frachtern z. B. beträgt der Reibungsanteil etwa $\frac{2}{3}$ bis $\frac{3}{4}$ des Gesamtwiderstandes. Für beide

¹⁾ Die Reynolds-Zahl $\frac{vl}{\nu}$ gibt das Verhältnis der Trägheitskräfte zu den Zähigkeitskräften in Strömungen an (v = Geschwindigkeit, l = Länge, ν = kinematische Zähigkeit). Sie spielt eine Rolle bei hydrodynamischen Vorgängen unter dem Einfluß der Trägheit und der Reibung.

²⁾ Die Froudesche Zahl $\sqrt{\frac{v^3}{gl}}$ gibt das Verhältnis der Trägheitskräfte zu den Schwerkraften an (v = Geschwindigkeit, g = Erdbeschleunigung, l = Länge) und ist eine Kennzahl bei Untersuchungen von Schwerkraftwellen an schwimmenden Körpern.

Anteile gelten nun leider verschiedene Ähnlichkeitsgesetze, d. h. W_R hängt von der Re-Zahl ab, W_W dagegen von der Froudeschen (Fr-)Zahl²⁾. Mißt man nun den Gesamtwiderstand eines in Wasser geschleppten Modells, so kann man zwar die gleiche Fr-Zahl und Wellenform wie am großen Schiff erreichen, die Re-Zahl des Modells ist aber stets etwa um einen Faktor 100 zu klein. Um den Modellwiderstand auf den des Schiffes umrechnen zu können, muß also der Reibungsanteil auf die große Re-Zahl des Schiffes extrapoliert werden. Und dazu muß man zuerst den Modellwiderstand in Reibungs- und Wellenanteil zerlegen können. Das wird nun durch einen zweiten Versuch im Windkanal ermöglicht, weil dort keine freie Oberfläche wie im Wasser vorhanden ist. Bestimmt man nämlich im Windkanal den Widerstand eines Doppelmodells (des an der Wasserlinie gespiegelten Schiffmodells), so erhält man den doppelten Reibungswiderstand, den es erfährt, wenn es im Wasser schwimmt. Damit dabei die Modell-Re-Zahl dieselbe ist wie im Schleppversuch, muß die Luftgeschwindigkeit etwa 13 mal so groß sein wie im Wassertank, entsprechend dem Verhältnis der kinematischen Zähigkeit von Luft/Wasser. Natürlich kann man statt dessen das Doppelmodell auch tief getaucht schleppen oder in einem Wasserkanal ausmessen; doch ist dies umständlich und kostspielig, so daß es nur in Einzelfällen durchgeführt worden ist.

Allerdings braucht man nun einen Windkanal mit einer in Strömungsrichtung sehr langen Meßstrecke, wie sie bisher nur in geschlossenen Kanälen verwirklicht werden konnte. Denn bei offener Meßstrecke wird der Luftstrahl, in dem gemessen wird, durch die turbulente Vermischung mit der umgebenden ruhenden Luft des Versuchsraums von den Rändern her so schnell zerstört, daß man so höchstens auf einer Länge von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Strahldurchmessern eine brauchbare Meßstrecke erhält. Die geschlossene Meßstrecke hat jedoch gegenüber dem Freistrahla folgende Nachteile: der Druck fällt in Strö-

mungsrichtung ab, die Kanalkorrekturen sind größer, und das Einführen von Meßsonden und anderen Instrumenten ist erschwert. Um diese Nachteile zu umgehen, aber andererseits lange Versuchskörper nicht in übermäßig großen Kanälen offener Bauart messen zu müssen, entwickelten *F. Vandrey* und Verfasser vor einigen Jahren im Admiralty Research Laboratory in Teddington (England) eine Meßstrecke, in der auf einer Länge von etwa fünf Durchmessern dieselben Strömungsverhältnisse herrschen wie in einem Freistrahla am Anfang. Man kann diese Konstruktion (*Bilder*) entweder auffassen als einen teilweise ummantelten Freistrahla oder als einen geschlossenen Kanal, der durch Längsschlitze teilweise geöffnet ist. Der Luftstrahl wird von zwanzig Längsstreifen abgedeckt, die die Mantelfläche des Strahls zu rund ~~70%~~ ^{80 %} verkleiden. Diese Streifen verzögern die Auflösung des Luftstrahls derart, daß auch noch nach einigen Durchmessern Länge ein genügend starker Strahlkern mit konstanter Geschwindigkeit erhalten bleibt. Die Schlitze zwischen den Streifen ermöglichen jedoch den Ausgleich des statischen Drucks im Strahl mit dem des Außenraums, so daß in der ganzen Meßstrecke der Druck konstant und gleich dem des Versuchsraums ist. Auch bezüglich der Kanalkorrekturen ist hiermit eine Annäherung an den idealen Freistrahla (ohne Strahla auflösung) erreicht. Der Meßkäfig hat eine Länge von 3,50 m bei einem Durchmesser von 1 m (Windgeschwindigkeit bis 32 m/s). Mit dieser neuen Bauart sollen erst praktische Erfahrungen gesammelt werden, bevor die Meßstrecke auf 5 oder 6 m verlängert wird.

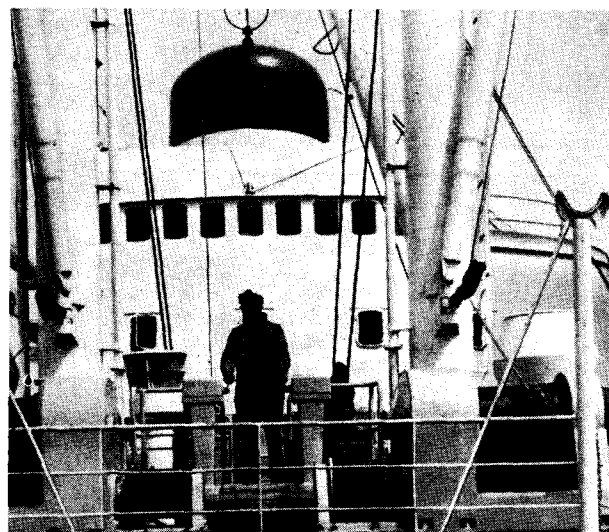
DK 629.12:532

Die Konstruktion des Kanals besorgte die Firma Kempf und Remmers, Hamburg; das Gebläse wurde von der Fa. G. Schiele, Eschborn, geliefert, eine elektronische Steuerung zum Konstanthalten der Drehzahl des Antriebsmotors (30 PS) von *F. Wissing*, Hamburg. Der Deutschen Forschungsgemeinschaft sowie der Universität Hamburg möchte ich auch an dieser Stelle für ihre finanziellen Beihilfen sehr danken. Besonderen Dank schulde ich aber auch dem Direktor des Instituts, Herrn Prof. Dr. *G. Weinblum*, für sein Interesse an dieser der bisherigen Schiffbauforschung zunächst vielleicht ungewohnt erscheinenden Versuchseinrichtung.

Schiffsladewinden mit Drehstromantrieb

In den letzten Jahren ist der Anteil der Schiffsneubauten mit Drehstrom-Bordnetzen größer geworden aus dem Bestreben heraus, auch dem rauen Bordbetrieb die Vorzüge der robusten Drehstrommotoren (mit Käfigläufer) nutzbar zu machen. Bisher bestanden aber Schwierigkeiten, Drehstrommotoren auch für den Antrieb von Ladewinden zu verwenden, deren Drehzahl der jeweiligen Last angepaßt sein muß. Die Siemens-Schuckertwerke haben neuerdings eine Drehstromladewinde entwickelt, die mit dem einfachsten aller Motoren, dem sogenannten Käfigläufer, ausgestattet ist. Dieser Motor hat keinen Kommutator mit Kohlebürsten, der leicht störanfällig ist. Bei der neuen Drehstromladewinde wurden die verschiedenen Drehzahlen dadurch erreicht, daß der Motorstander auf verschiedene Polzahlen umgeschaltet wird. Die Bedienung ist sehr einfach. Der Motor wird durch Schütze geschaltet, die von einem kleinen Meisterschalter gesteuert werden, der auf einem Podest neben der Ladewinde angeordnet ist (*Bild*). Zahlreiche Schiffe sind mit dieser neuen Ladewinde bereits ausgestattet.

DK 629.12.015:621.313.3



Bei entsprechender Aufstellung der Steuersäulen kann ein Mann gelegentlich auch zwei Winden gleichzeitig bedienen.