

13 | 1955

## SCHRIFTENREIHE SCHIFFBAU

K. Wieghardt

# Der Windkanal des Instituts für Schiffbau der Universität Hamburg

**TUHH**

*Technische Universität Hamburg-Harburg*

# Der Windkanal des Instituts für Schiffbau der Universität Hamburg

Von K. Wieghardt, Hamburg.

Im Institut für Schiffbau der Universität Hamburg ist seit kurzem ein Windkanal in Betrieb, der mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft, sowie der Universität und des Instituts errichtet worden ist. Nach der Planung des Instituts wurde das Gebläse von der Firma C. Schiele, Eschborn, berechnet und geliefert; die Konstruktion des eigentlichen Kanals mit Antrieb und Steuerung wurde von der Spezialfirma Kempf und Remmers, Hamburg, besorgt.

Es mag vielleicht verwunderlich erscheinen, daß hier — fern von den Zentren der Luftfahrtforschung — eine Versuchsanlage entstanden ist, von der man gewöhnlich nur im Zusammenhang mit Flugzeugen, Raketen oder Gasturbinen hört. Freilich gibt es auch aerodynamische Probleme im Schiffbau, wie z. B. der Luftwiderstand der Aufbauten oder die günstigste Ausbildung des Schornsteins zum Wegführen des Rauchs bei verschiedenen Windrichtungen. Diese Problemgruppe ist jedoch nur von verhältnismäßig untergeordneter Bedeutung.

Schiffswiderstandes ganz wesentlich gegenüber dem Widerstandsproblem eines Körpers in allseitig umgebender Flüssigkeit. Eine solche freie Oberfläche kann nun offensichtlich im Luftstrom eines Windkanals nicht nachgeahmt werden. Trotzdem war es gerade ein solches Problem, das den Hauptanlaß zum Bau dieses Windkanals gab, nämlich das der Trennung von Reibungs- und Wellenwiderstand durch Ausmessen von Doppelmodellen. Der Widerstand eines an der Wasserlinie gespiegelten Schiffsmodells im Windkanal entspricht dem doppelten Reibungswiderstand, den es erfährt, wenn es im Wasser schwimmt. Wird nun dasselbe Modell im Wassertank geschleppt, so mißt man dort die Summe von Reibungs- und Wellenwiderstand. Durch Vergleich der Widerstandsbeiwerte im Windkanal und im Schleppversuch kann man somit auf ziemlich direktem Wege Reibungs- und Wellenanteil trennen, was bekanntlich für die Übertragung von Modellmessungen auf das Schiff unerlässlich ist. Natürlich kann man dazu das Doppelmodell stattdessen auch tief getaucht

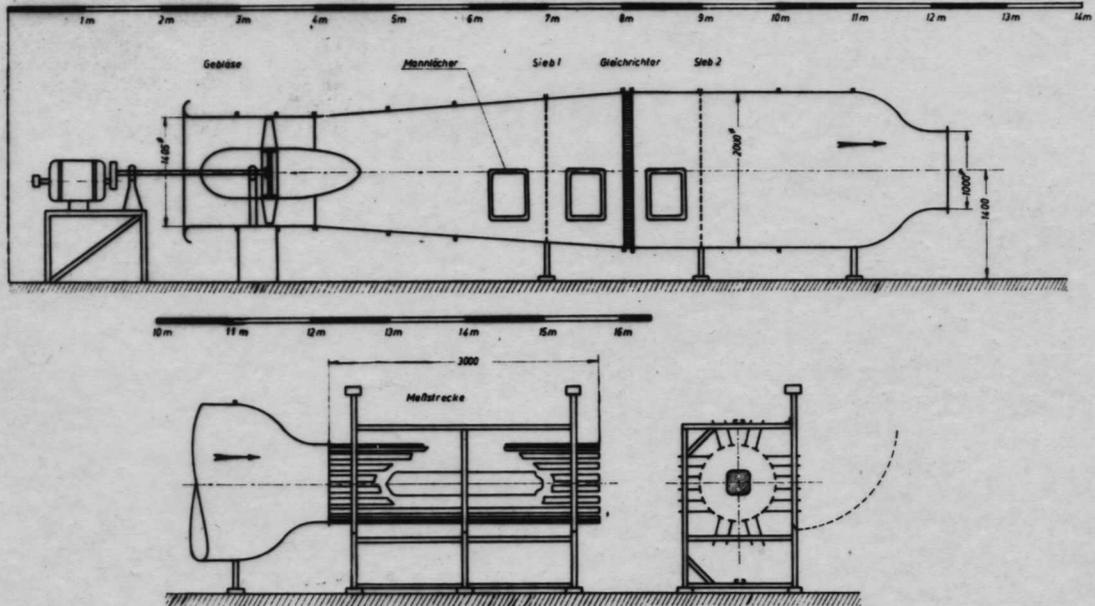


Abb. 1: Der Windkanal des Instituts für Schiffbau

Andererseits gibt es aber eine Reihe wichtigerer Fragen bezüglich der Strömung am Schiff unter der Wasserlinie, die auch in einem Windkanal untersucht werden können — und zwar wesentlich bequemer und billiger als in einem Wasserkanal oder in einem Schlepptank. Wenn man nur gewisse Ähnlichkeitsregeln berücksichtigt, kann man ja Versuchsergebnisse im Windkanal auch auf Wasserströmungen übertragen. Solche Einzelprobleme sind z. B.: die Druckverteilung und die Kräfte am Unterwasserschiff auch bei Kurvenfahrt, die Eigenschaften verschiedener Ruder oder die Kräfte auf die Tragfläche eines Tragflächenbootes. Hierbei handelt es sich noch um Probleme, bei denen der Einfluß der Wasseroberfläche nicht entscheidend mitspielt.

Die eigentliche Hydrodynamik des Schiffes ist aber bekanntlich vor allem deshalb so kompliziert, weil hier eine Strömung an einer freien Oberfläche — nämlich der Wasseroberfläche — vorliegt. Die Verformung dieser Oberfläche, also die Wellenbildung, erschwert z. B. die Voraussage des

schleppen oder in einem Wasserkanal mit umlaufender Strömung ausmessen; doch ist dies umständlich und kostspielig, so daß es nur in Einzelfällen durchgeführt worden ist.

Ein solcher Vergleich des Widerstandes im Windkanal und im Tank ist freilich nur dann sinnvoll, wenn die Reynoldssche Zahl gleich groß ist. D. h., da die kinematische Zähigkeit der Luft etwa dreizehnmal so groß ist wie die des Wassers, muß bei ein und demselben Modell die Windgeschwindigkeit etwa dreizehnmal so groß sein wie die Schleppgeschwindigkeit im Tank. Diese Bedingung ergibt jedoch durchaus handliche Geschwindigkeiten für den Windkanal.

Eine wesentliche meßtechnische Schwierigkeit ergibt sich aber daraus, daß ein Schiffsmodell — im Gegensatz zu den üblichen aerodynamischen Versuchsobjekten — in Strömungsrichtung sehr lang ist verglichen mit seiner Breite. Man braucht also einen Windkanal mit einer in Strömungsrichtung sehr langen Meßstrecke, wie sie bisher nur in geschlossenen Kanälen verwirklicht werden konnte. Denn in einem Wind-

kanal mit offener Meßstrecke wird der Freistrah — in dem gemessen werden soll — durch die turbulente Vermischung mit der umgebenden ruhenden Luft des Versuchsraumes so schnell von den Rändern her zerstört, daß man so nur auf einer Länge von etwa  $1\frac{1}{2}$  Strahldurchmessern eine brauchbare Meßstrecke bekommt. Die geschlossene Meßstrecke andererseits hat zwei wesentliche Nachteile gegenüber dem Freistrah. Erstens sind die Kanalkorrekturen größer; d. h. die gemessenen Geschwindigkeiten, Drucke und Kräfte müssen rechnerisch stärker korrigiert werden als bei Messungen im Freistrah, um auf die Verhältnisse in einem nach allen Seiten hin unbegrenzten Luftstrom zu extrapolieren. Zweitens fällt der statische Druck in einem geschlossenen Kanal wie in einem Rohr etwas ab, selbst wenn noch gar kein Versuchsobjekt eingebaut ist. Dieser Druckabfall in Strömungsrichtung, der natürlich noch vom Modell selbst und dessen Nachlauf beeinflusst wird, spielt offenbar wieder gerade bei länglichen Modellen eine besonders unangenehme Rolle.

Um diese Nachteile der geschlossenen Meßstrecke zu umgehen, aber andererseits um solche langen Versuchskörper nicht in übermäßig großen Kanälen offener Bauart untersuchen zu müssen, entwickelten Dr. F. Vandrey und Verfasser vor einigen Jahren eine Meßstrecke, in der auf einer Länge von etwa fünf Durchmessern dieselben Strömungsverhältnisse herrschen wie in einem Freistrah. Es handelt sich dabei um ein Mittelding zwischen offener und geschlossener Meßstrecke. Denn man kann diese Konstruktion (vgl. Abb. 1) auffassen als einen teilweise ummantelten Freistrah, oder als einen geschlossenen Kanal, der durch Längsschlitze teilweise geöffnet ist. Der Luftstrahl wird hier von zwanzig Längsstreifen abgedeckt, die die Mantelfläche des Strahls zu rund ~~70%~~ <sup>80%</sup> verkleiden. Diese Streifen aus Plexiglas, Kunststoff oder dgl. verhindern die turbulente Vermischung der Luft im Strahl mit der ruhenden Außenluft und verzögern die Auflösung des Freistrahls derart, daß auch noch nach einigen Durchmessern Lauflänge ein genügend starker Strahlkern mit konstanter Geschwindigkeit erhalten bleibt. Durch die Schlitze zwischen den Streifen ist andererseits ein völlig ausreichender Ausgleich des statischen Druckes im Strahl mit dem des Außenraumes ermöglicht, so daß er längs der ganzen Meßstrecke (abgesehen vom Druckfeld des Versuchskörpers) konstant und gleich dem des Versuchsraumes ist. Druckmessungen an länglichen Körpern in einem kleinen Modell eines solchen „Meßkäfigs“ hatten schließlich gezeigt, daß die erforderliche kleine Kanalkorrektur erwartungsgemäß der in einem Freistrah entsprach. Die Korrektur für lange Körper in einem Freistrah war hierfür von Dr. F. Vandrey in einem unveröffentlichten Bericht berechnet worden. Mit dieser Konstruktion ist demnach — kurz ausgedrückt — eine Annäherung an einen idealen Freistrah (ohne Strahlauflösung) verwirklicht. Deshalb ist auch für den Kanal des Instituts für Schiffbau ein solcher Meßkäfig vorgesehen und bereits im Bau.

Bei der jetzt fertigen ersten Baustufe des Windkanals in der offenen Göttinger Bauart wird ein Freistrah von 1 m Durchmesser und bis 32 m/s Luftgeschwindigkeit erzeugt. Ein Gebläse (1,4 m Durchmesser) mit Leitschaufeln saugt Luft aus dem Versuchsraum an und drückt sie durch einen Diffusor in die Druckkammer mit 2 m Durchmesser und durch die Düse mit der Querkontraktion 4 : 1. Zum Ausgleich der Geschwindigkeitsverteilung im Strahl sind zwei feine Siebe eingebaut, zu deren Reinigung man durch Mannlöcher in den Kanal steigen kann. Ein Gleichrichter aus Sechskant-Messingrohr ist geplant aber noch nicht fertiggestellt.

Für kurze Versuchsobjekte kann der Freistrah bereits benutzt werden. Der Meßkäfig für lange Modelle wird zur Zeit in einer Länge von 3 m hergestellt, wie in Abb. 1 skizziert. Das Gerüst für die Halterung der Längsstreifen, die den Meßkäfig bilden, wird so stabil ausgeführt, daß man daran auch das Modell und die jeweils gebrauchten Meßsonden befestigen kann. Verglichen mit dem völlig offenen Freistrah erschwert der Käfig natürlich den Aufbau und die Durchführung von Versuchen; zum Einbau des Modells kann deshalb der vordere Teil des Meßkäfigs hochgeklappt werden. Da die ganze Bauart sowieso neu ist, sollen zunächst praktische Erfahrungen gesammelt werden, bevor die Meßstrecke auf 5 oder 6 m verlängert wird.

Die Rückströmung der Luft erfolgt frei im Versuchsraum, was im jetzigen, relativ schmalen Versuchsraum eine gewisse Zugbelastung zur Folge hat. Bei der Planung des Institutneubaus wird jedoch bereits vorgesehen, den Kanal durch eine geschlossene Rückführung des Luftstroms hinter der Meßstrecke zu ergänzen. Dadurch wird sich auch der Wirkungsgrad des Kanals und die erreichbare Höchstgeschwindigkeit erhöhen.

Neuartig ist schließlich noch die Art, wie die Luftgeschwindigkeit geregelt und vor allem konstant gehalten wird. Hierzu hat die Fa. Kempf und Remmers eine elektronische Steuerung gestiftet, die von Herrn F. Wissing entworfen und erstellt worden ist. Es wird dadurch die Drehzahl des Antriebsmotors für das Gebläse bis auf wenige Promille konstant gehalten, unabhängig von der Strahlbelastung und Spannungsschwankungen im Netz.

Verf. möchte auch an dieser Stelle der Deutschen Forschungsgemeinschaft sowie der Universität Hamburg sehr danken, die durch ihre finanziellen Beihilfen den Bau des Windkanals ermöglicht haben. Besonderen Dank schuldet Verf. aber auch dem Direktor des Instituts, Herrn Professor Dr. G. Weinblum, für sein Interesse an dieser, der bisherigen Schiffbauforschung zunächst vielleicht ungewohnt erscheinenden Versuchseinrichtung und für seine stete, tatkräftige Unterstützung bei der Durchführung des Projektes.

## Zeitschriften-Ausstellung in Berlin

Die Stadtbücherei Berlin-Tegel, Medebacherweg 23, veranstaltet in der Zeit vom 20. Januar bis zum 20. März 1955 eine Deutsche Zeitschriften-Ausstellung. Während dieser Zeit können Zeitschriften aller Sachgebiete in dem Lesesaal eingesehen werden.

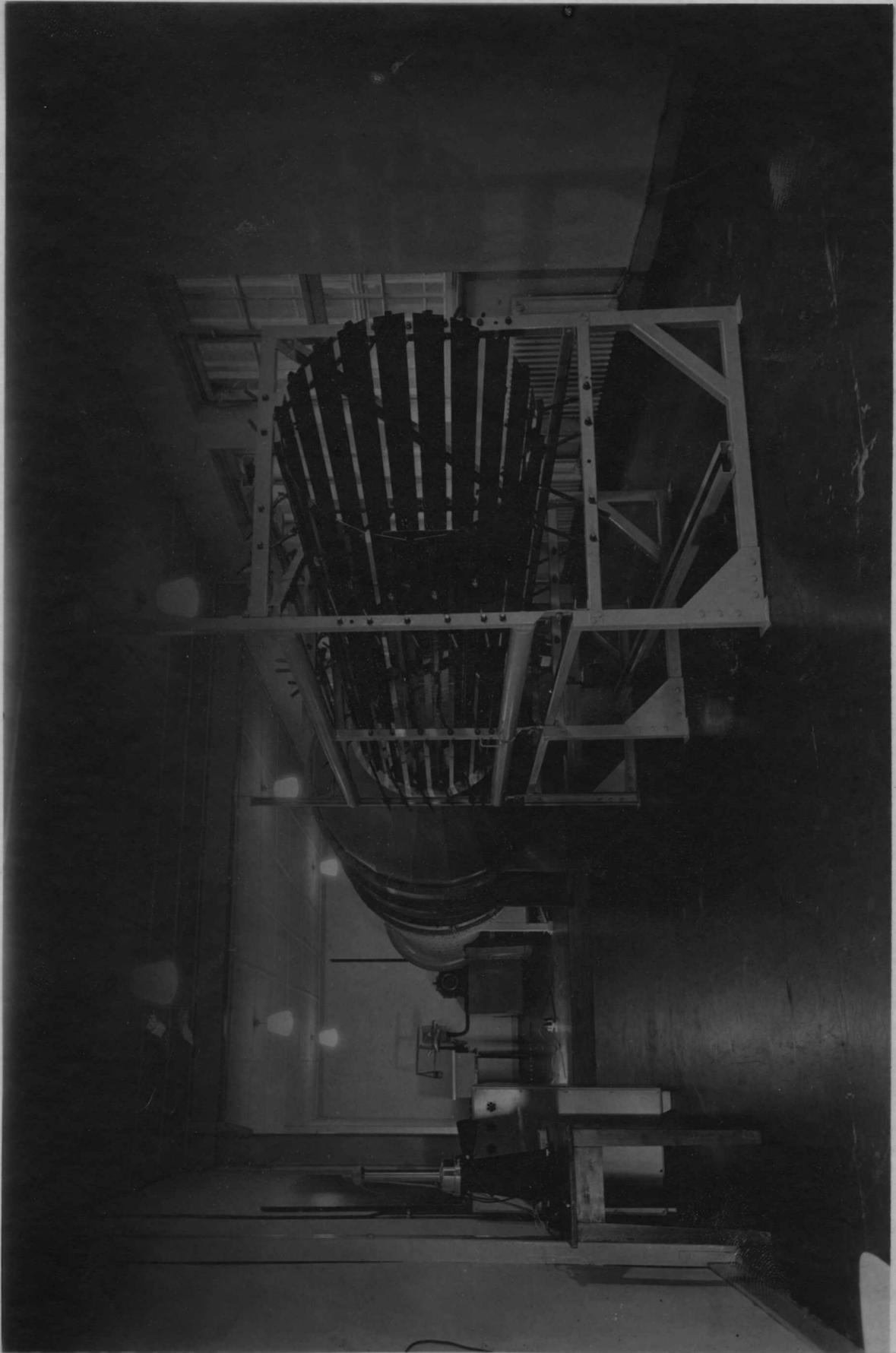
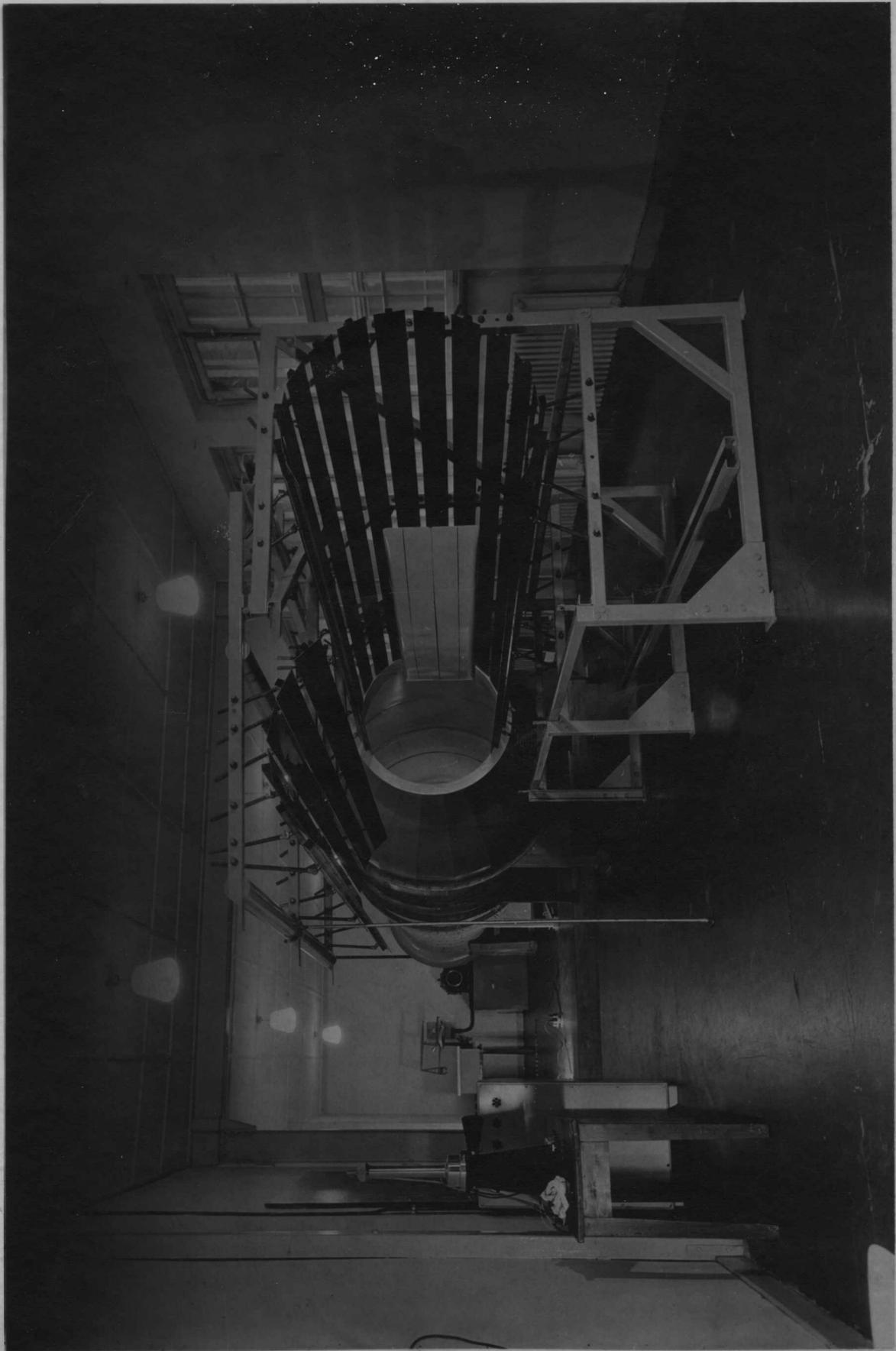
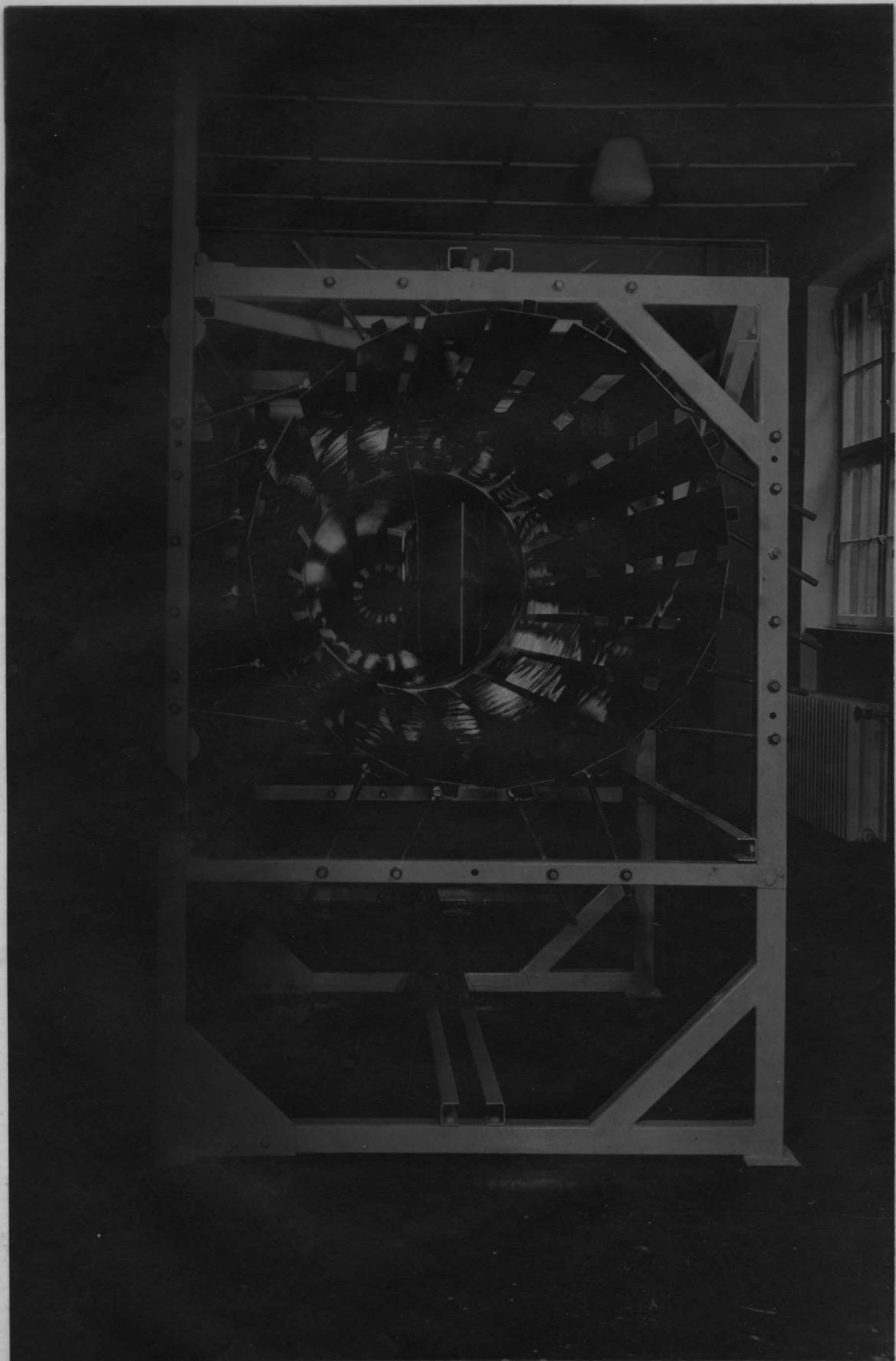


Abb.1 Windkanal mit Messkäfig (1m Durchmesser, 3,54m lang, Geschwindigkeit bis 32 m/s).



*Abb. 2 Messkäfing geöffnet zum Einbau des Modells.*



*Abb. 3 Messkäfig in Längsrichtung gesehen. (Ein Gleichrichter aus Messing-Sechskant-Rohren wird erst in den nächsten Monaten zusammengesetzt und eingebaut werden; drei feine Siebe sind bereits eingebaut, die aber in dieser Aufnahme nicht sichtbar werden.)*