

K5

**TECHNISCHE UNIVERSITEIT**  
Laboratorium voor  
Scheepshydraulica  
Archief  
Mekelweg 2, 2628 CD Delft  
Tel: 015 - 786873 - Fax 015 - 781838

Bibliotheek van de  
Onderafdeling der Scheepsbouwkunde  
Technische Hogeschool, Delft

# Einfluß einer im Mittelschiffsbereich rechtwinklig ausgeführten Kimm

- a) auf die Antriebsleistung bei Geradeausfahrt ohne und mit künstlich erregten Rollschwingungen und      b) auf die Schlingerdämpfungswirkung eines Frachtschiffes in ruhigem Wasser

---

Dr.-Ing. H. Schmidt-Stiebitz

99. Mitteilung der Versuchsanstalt für Binnenschiffbau e.V., Duisburg,  
Institut an der Rhein.-Westf. Technischen Hochschule Aachen



Sonderdruck aus der Fachzeitschrift „Schiff und Hafen“

Jahrgang 20 · Heft 10 · Oktober 1968 · Seiten 694 bis 696

Druck und Verlag: C. D. C. Heydorns Buchdruckerei, Uetersen bei Hamburg

Telefon: 2236 und 2650

K 5  
15

# Einfluß einer im Mittelschiffsbereich rechtwinklig ausgeführten Kimm

a) auf die Antriebsleistung bei Geradeausfahrt ohne und mit künstlich erregten Rollschwingungen und

b) auf die Schlingerdämpfungswirkung eines Frachtschiffes in ruhigem Wasser

Dr.-Ing. H. Schmidt-Stiebitz

99. (gekürzte\*) Mitteilung der Versuchsanstalt für Binnenschiffbau e. V., Duisburg, Institut an der Rhein.-Westf. Technischen Hochschule Aachen

## 1.0 Einführung

Das Bestreben, durch vereinfachte Bauweise den deutschen Schiffbau wettbewerbsfähig zu halten, führte zu dem Gedanken (Prof. Dr.-Ing. H. Schneekluth), anstelle des herstellungsmäßig aufwendigen, im Seegang gefährdeten und im Fahrbetrieb oft störenden Schlingerkiels, der üblicherweise im Mittelschiffsbereich auf der mit einem Radius ausgebildeten Kimm sitzt, die Kimm dort rechtwinklig zu gestalten. Vorversuche durch Auspendellassen einfacher Mittelschiffskästen hatten eine vergleichbare Dämpfungswirkung der neuen gegenüber der bisher üblichen Ausführung ergeben. Zu klären blieben noch etwa mögliche Leistungseinsparungen für den Schiffsantrieb infolge dieser Formgebung bei der Glattwasserfahrt und die Größe der wahrscheinlichen Leistungseinbußen bei gleichmäßig erregten Rollschwingungen sowie die Rolldämpfungswirkung an einer auszuführenden Schiffsforn.

Die VBD dankt für die vom Landesamt für Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen, Staatssekretär Professor Dr. h. c. Dr. E. h. Leo Brandt, bereitgestellten Mittel.

## 2.0 Übersicht über die Versuche

Tank	9,8 m breiter und 190 m langer Tank der VBD mit ruhendem Wasser Hw = 1090 mm
Modell M 1:18	Frachtschiff M 546 Ausführung mit runder Kimm a) ohne und b) mit Schlingerkiel M 561 Ausführung mit eckiger Kimm Modelldaten siehe Datentabelle
Wasserhöhenverhältnis	$\frac{Hw}{Hw-Tg} = 142$ ; $\frac{Hw}{Tg} = 3,39$
Anhänge	Profilluder; Ruderhacke
Turbulenzzeuger	15 mm breiter Sandstreifen bei Spt. 19 (20 Spt. insges.)
Propeller	

### A) Farbanstrichversuche

zwecks Bestimmung der Stromfadenrichtung im Kimmbereich für den Verlauf des Schlingerkiels und für die Lage und den Verlauf der eckigen Kimm an M 561.

### B) Widerstands- und Leistungsmessungen ohne Rollschwingungen

Geschwindigkeiten  $F_n = 0$  bis  $F_n = 0,252$   
Messungen mit Kömpf- und Remmers-Schub- und Drehmomentenmeßgerät (mechanisch), Trimm und Absenkung

### C) Rolldämpfungsversuche

Fahrtgeschwindigkeiten  $F_n = 0$ ,  $F_n = 0,167$  und  $F_n = 0,252$   
Anfangsrollwinkel  $\varphi = 8^\circ$ ,  $12^\circ$  und  $14^\circ$   
Modell mit in Schwerpunktschwerachse eingebauter Schwungmasse, die über ein automatisches Umsteuergetriebe von einem E-Motor fortlaufend wechselweise links- und rechtsdrehend angetrieben wurde. Durch plötzliches Abbremsen Stillstand der Schwungmasse. Fesselung wie unter D, ohne Freiheitsgrad in Fahrtrichtung.

### D) Widerstands- und Leistungsmessungen bei erregten Rollschwingungen

Fahrtgeschwindigkeiten  $F_n = 0,167$  und  $F_n = 0,252$   
Rollwinkel, 3 Stufen zeitlich nacheinander, entsprechend den Getriebeübersetzungen von 1:1,066, von 1:1,82 und 1:3,53  
Drehzahl auf den Wert eingestellt, den das nicht rollende Schiff bei der jeweiligen Meßgeschwindigkeit ergeben hat.  
Drehmoment (bleibt auch konst.)  
Schubdifferenz abgelesen. Das Modell war an zwei in Fahrtrichtung nach vorn und hinten ziehenden und in Höhe der Drehachse nur an Bugspitze angebrachten Fäden gefesselt; die über Rollen geführt mit Gewichten von je 5 kg vorgespannt waren. Die Vorspannung diente zur Geradföhrung und beeinträchtigte den Freiheitsgrad in Fahrtrichtung nicht. Der sogenannte Reibungsabzug des Propulsionsversuchs und der festzustellende Mehrwiderstand wurden dem Zug nach vorn hinzugefügt.  
Widerstand bei abgenommenem Propeller. Ermittelt wurde die Differenz gegenüber dem Versuch bei nicht rollendem Schiff.

\* Interessenten können den ausführlichen Bericht (17 Seiten und 17 Abb.) zum Selbstkostenpreis von der VBD beziehen.

## E) Leistungsmessungen bei konstanter Krängung

$$F_n = 0,138 \text{ bis } F_n = 0,252$$

$$\varphi = 16^\circ$$

### 2.1 Daten

Modell mit	M 546 a. runder Kimm	M 546 b. runder Kimm und Schlinger- kiel	M 561 eckiger Kimm
Länge	L <sub>WL</sub> mm 5330		5330
	L <sub>Schl.-K.</sub> mm	1705	
Breite	B mm 844		844
Tiefgang	T mm 323		323
Verdrängung	V <sub>d</sub> dm <sup>3</sup> 906		906
ben. Oberfläche	S dm <sup>2</sup> 550,1	572,9	565,4
Schwerpunkt	hint. $\otimes$ % Lpp 1,15		1,19
Völligkeitsgrad	$\delta$ — 0,624		0,624

## 3.1 Modellentwurf

Von einem Frachtschiff mit der üblichen runden Kimm wurde ein Modell M 546 im Maßstab 1:18 aus Holz hergestellt. An dem zweiten Modell gleicher Größe M 561 mit eckiger Kimm wurde die im Mittelschiffsbereich gegenüber der Ausführung mit runder Kimm vorhandene größere Völligkeit durch entsprechend verkleinerte Völligkeit an den Schiffsenden ausgeglichen.

## 3.2 Modellvorbereitung und Versuchsdurchführung

### 3.2.1 Pendelversuche in Luft

Als gültige Vergleichsbasis für die auszuführenden Varianten wurde zunächst im Falle des Modells mit runder Kimm M 546 die metazentrische Höhe der Großausführung für den Zustand: „homogen beladen, mit Vorräten auslaufend“ von  $\overline{MC}_{\text{Schiff}} = 0,5$  m angenommen. Der Trägheitsradius würde nach dem Erfahrungswert  $i = 0,4$  B festgelegt. Mit beiden Werten ergibt sich für die Großausführung eine Rollperiode von

$$T_{\text{Schiff}} = \frac{2 \pi i}{\sqrt{g \cdot \overline{MC}}} = 17,2 \text{ sec.}$$

und entsprechend  $T_{\text{Modell}} = 4,06$  sec.

Dieser Wert wurde auch auf das Modell mit eckiger Kimm M 561 übertragen. Nach Kurvenblattrechnung ergibt sich der Abstand des Metazentrums über Kiel  $\overline{KM}$  beider Modelle.

Aus der Differenz von  $\overline{KM}$  und  $\overline{MC}$  erhält man die an den Modellen einzuhaltende Hochlage  $\overline{KG}$  des Gewichtsschwerpunktes. Nach Anbringen einer kugelgelagerten Pendelachse in Höhe dieser Schwerpunktslagen wurde die Gewichtsverteilung in  $90^\circ$  Seitenlage vorgenommen und der gleichlastige Trimm in Schwimmlage überprüft. Die Einhaltung des zugehörigen Trägheitsmomentes

$$I = \frac{G}{g} \cdot i^2 = \frac{906}{9,81} \cdot 0,114 = 10,52 \text{ mkps}^2$$

wurde mit einem Pendelversuch in Luft geprüft. Das kieloben auf der Pendelachse gelagerte Modell erhielt an einem nach unten weisenden Pendelarm ein Zusatzgewicht, dessen Trägheitsmoment von dem hierbei erhaltenen Versuchswert abzuziehen war.

### 3.2.2 Statische und dynamische Krängung

Die veränderlichen Krängungswinkel wurden über einen im Modell befestigten Fluggerätkreisel und angeschlossenen Drehpotentiometer auf einen schreibenden Lichtstrahl-Oszillographen (Visicorder) übertragen.

#### 4.0 Ergebnisse

##### 4.1 Widerstands- und Leistungsmessungen ohne gleichzeitige Rollschwingungen

Der Mehrwiderstand infolge Schlingerkiel gegenüber dem einer Ausführung nur mit runder Kimm beträgt bei der Auslegungsgeschwindigkeit des Schiffes von  $F_n = 0,252$  6,25%, wobei man kleinere Maßstabeffekte in der Großausführung einen kleineren Zuwachs erwarten kann. Das Schiff mit eckiger Kimm hat bei kleinen Geschwindigkeiten einen kleineren Widerstand als die Ausführung mit runder Kimm plus Schlingerkiel. Bei höheren Geschwindigkeiten bis  $F_n = 0,269$  bleiben beide Schiffe im Widerstand praktisch gleich.

Für die Propulsionsversuche wurde ein Vorratspropeller der VBD ausgewählt, der dem für ein solches Frachtschiff erforderlichen in den Daten sehr nahe kommt. Sein Wirkungsgradoptimum erreicht 54%. Der Leistungsbedarf für das Schiff mit eckiger Kimm ist bei Geschwindigkeiten bis etwa  $F_n = 0,235$  um maximal 140 PS höher als für das Ausgangsschiff. Bei  $F_n = 0,243$  und  $F_n = 0,248$  sind beide Schiffe praktisch gleichwertig. Darüber wird die eckige Kimm wieder etwas ungünstiger. Bei der Auslegungsgeschwindigkeit von  $F_n = 0,252$  macht der Leistungsmehrbedarf etwa 3,5% aus.

##### 4.2 Rolldämpfungsversuche im Stand, bei $F_n = 0,167$ und $F_n = 0,252$

Trotzdem das Trägheitsmoment der Modelle auf Grund des Pendelversuchs in Luft gleichgehalten war, wiesen die 3 Varianten in Wasser Unterschiede in den Rollperioden auf, die auf die mitschwingenden Wassermassen zurückzuführen sein dürften. Während das Modell mit runder Kimm sowohl in Luft wie in Wasser die gleiche Rollperiode aufwies, betrug die Erhöhung der Rollperiode nach Ansetzen des Schlingerkiels in Wasser, im Stand und bei beiden Fahrgeschwindigkeiten gegenüber dem Zustand mit runder Kimm 2%. Die Erhöhung bei dem Modell mit eckiger Kimm gegenüber dem mit nur runder Kimm belief sich im Mittel auf 8%. Daß die Erhöhung der mitschwingenden Wassermasse durch den Schlingerkiel kleiner als durch die eckige Kimm zu sein scheint, mag vielleicht mit einem Einrollen der Strömung hinter der Kielkante und einer in Bewegungsrichtung laufenden Rückenströmung des Schlingerkiels zu erklären sein. Die Rolldämpfung des Schiffes mit runder Kimm im Stand ist minimal, die der beiden anderen Varianten fühlbar stärker. Nach 38 Schwingungen beträgt die Amplitude nur noch etwa 1/6 der Anfangsamplitude, wobei die eckige Kimm anfänglich stärker gedämpft ist und nachher schwächer. Nach 5 Schwingungen sind die Amplituden beider Modelle gleich. Beim Auspendeln während der Fahrt bleibt die Eckige-Kimm-Variante durchweg etwas weniger stark gedämpft als das Schiff mit Schlingerkiel.

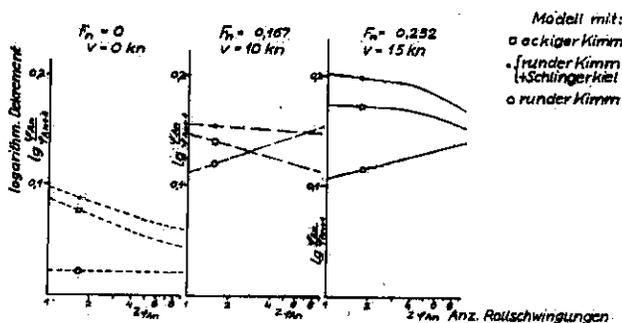


Abb. 1: Rolldämpfung nach einer Ausgangskrägung  $\varphi_{A0} = 8^\circ$ . Veränderung des logarithmischen Dekrements bei zunehmender Anzahl Rollschwingungen

Das logarithmische Dekrement als Logarithmus des Verhältnisses zweier aufeinanderfolgender Schwingungsamplituden (Abb. 1) ist für das Schiff mit runder Kimm bei  $F_n = 0$  in weitem Bereich der Zahl von Rollschwingungen nahezu konstant, während sich für die beiden anderen Varianten über dem Logarithmus der Schwingungszahl meist abfallende Gerade in den Anfangsbereichen ergeben. Vergleicht man

das logarithmische Dekrement der ersten Schwingung über der Fahrgeschwindigkeit, so läßt sich für alle 3 Schiffe ein linearer Anstieg mit gleichbleibendem Gradienten mitteln.

##### 4.3 Leistungsmessung bei erregter Rollschwingung

Da man die Rollgerneigung des Modells bei diesen Versuchen nicht immer absolut unterdrücken kann und die Unterschiede in den Meßwerten gegenüber Fahrten mit nicht rollendem Modell nur kleine Größen sind, ist der Wunsch

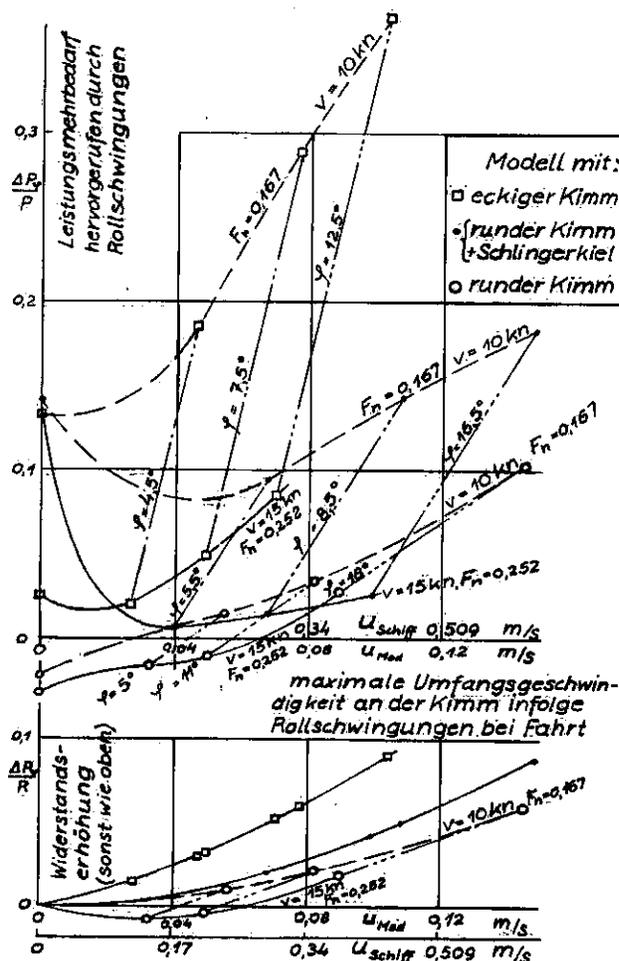


Abb. 2: Antriebsleistungs-Mehrbedarf und Widerstandserhöhung infolge Rollschwingungen bei Fahrt aufgetragen über der Umfangsgeschwindigkeit an der Kimm während des Durchganges durch die aufrechte Schiffs Lage

zu erklären, mit mehreren Versuchsarten die gewonnenen Meßergebnisse zu erhärten und gegebenenfalls auszugleichen. Die Zusammenfassung der Ergebnisse ist in Abb. 2 dargestellt. Als Abszisse wurde die maximale Umfangsgeschwindigkeit am Ort der Kimm gewählt, die man beim Durchgang des Modells durch die aufrechte Lage aus dem Gradienten der Ausschwingkurve erhält. Als Ordinaten sind im oberen Bild die prozentualen Leistungsunterschiede und im unteren Bild die prozentualen Widerstandsunterschiede gegenüber Fahrten ohne Rollschwingungen gewählt worden.

Die Ergebnisse der drei eingestellten Rollamplituden haben für jedes Modell zwischen den beiden Meßgeschwindigkeiten den gleichen Anstiegsgradienten. Die Unterschiede im Widerstand zwischen Fahrten mit und ohne Rollschwingungen sind gegenüber den gemessenen Leistungsunterschieden bei  $F_n = 0,167$  kleiner und bei  $F_n = 0,252$  etwa gleicher Größenordnung. Die Werte des Modells mit runder Kimm liegen am niedrigsten und befinden sich bei 2 Meßpunkten sogar im negativen Bereich. Die Anbringung des Schlingerkiels am Modell mit runder Kimm erhöht die Leistungsunterschiede durch Rollschwingungen bei der kleineren gefahrenen Geschwindigkeit von  $F_n = 0,167$  mehr als

