

109 | 1962

## SCHRIFTENREIHE SCHIFFBAU

O. Grim

**Die Deformation eines regelmäßigen,  
in Längsrichtung laufenden Seeganges  
durch ein fahrendes schiff**

**TUHH**

*Technische Universität Hamburg-Harburg*

**Die Deformation eines regelmäßigen, in Längsrichtung laufenden Seeganges durch ein fahrendes schiff**

O. Grim, Hamburg, Technische Universität Hamburg-Harburg, 1962

© Technische Universität Hamburg-Harburg  
Schriftenreihe Schiffbau  
Schwarzenbergstraße 95c  
D-21073 Hamburg

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

# Die Deformation eines regelmäßigen, in Längsrichtung laufenden Seeganges durch ein fahrendes Schiff

TEO 310  
R8a

O. Grim, Hamburg

## 1. Einleitung

Für die Berechnung der hydrodynamischen Kräfte, die auf ein dem Seegang ausgesetztes Schiff wirken, wurde von Froude und Kriloff eine einfache Methode eingeführt. Diese einfache Methode beruht darauf, daß der hydrodynamische Druck an der Außenhaut des Schiffes so angenommen wird, wie er an der gleichen Stelle wirken würde, wenn das Schiff nicht vorhanden wäre. Das heißt, es wird gerechnet, als ob die Seegangswelle und die Druckverteilung in dieser Welle durch das Schiff nicht gestört wäre. Diese Annahme trifft natürlich nicht zu. Trotzdem konnte diese einfache Methode einige Jahrzehnte hindurch nicht durch eine zutreffendere Methode ersetzt werden. Es war auch kaum möglich, die dabei entstehenden Fehler abzuschätzen. Erst in den letzten zehn oder fünfzehn Jahren sind Arbeiten erschienen, in denen versucht wird, den hydrodynamischen Vorgängen, die durch das dem Seegang ausgesetzte Schiff verursacht sind, gerecht zu werden.

Es liegen Arbeiten vor, die Lösungen des ebenen Problems, das bei der periodischen Bewegung von zweidimensionalen Körpern vorliegt, enthalten. Da die von verschiedenen Autoren (Ursell, Tasai, Porter, Grim) erhaltenen Lösungen gut übereinstimmen, kann dieses ebene Problem als zunächst ausreichend gelöst angesehen werden. Für das dreidimensionale Problem, das vorliegt bei der periodischen Bewegung eines Schiffskörpers oder bei der Fahrt eines Schiffes in einem regelmäßigen Seegang, liegen ebenfalls Arbeiten vor. Von einer zufriedenstellenden Lösung dieses sehr viel schwierigeren hydrodynamischen Problems kann aber heute noch nicht gesprochen werden. Dieser Vortrag enthält einen kleinen Beitrag zur Lösung dieses Problems.

In zwei Vorträgen des Autors [1, 2] wurde über das Schiff in längslaufenden, regelmäßigen Wellen gesprochen und eine Berechnungsmethode vorgeführt, die u. a. zu einer Bestimmung der Deformation der regelmäßigen Welle durch das Schiff führte. Bei der weiteren Beschäftigung mit diesem Problem wurden neue Erkenntnisse gewonnen, über die nun in einer verständlichen Form ein kurzer Bericht gegeben werden soll.

## 2. Deformation der Seegangswelle durch ein Schiffskörpermodell, das keine Bewegung ausführen kann (und zwar weder periodische Bewegungen noch eine gleichförmige Fahrbewegung).

Durch einen periodischen Druck auf ein kleines Flächenelement einer freien Wasseroberfläche oder durch eine harmonische Tauchbewegung eines kleinen rotationssymmetrischen schwimmenden Körpers wird ein System von Ringwellen erzeugt. Dieses System von Ringwellen kann angegeben werden, insbesondere wenn man den Bereich in der nächsten Umgebung des Körpers ausnimmt und sich nur für den weiter von dem Körper entfernten Bereich interessiert. Die Länge und die Geschwindigkeit der in radialer Richtung abwandernden Wellen sind genau so groß wie die entsprechenden Größen einer ebenen regelmäßigen Welle mit der gleichen Kreisfrequenz (Bild 1a). Ein bemerkenswerter Unterschied zwischen der Ringwelle und der ebenen Welle besteht in diesem von der Erregung etwas entfernten Bereich hinsichtlich der Wellenhöhe. Die Wellenhöhe nimmt bei der Ringwelle mit zunehmendem Radius ab, während sie bei der ebenen Welle konstant und unabhängig von der Laufstrecke bleibt.

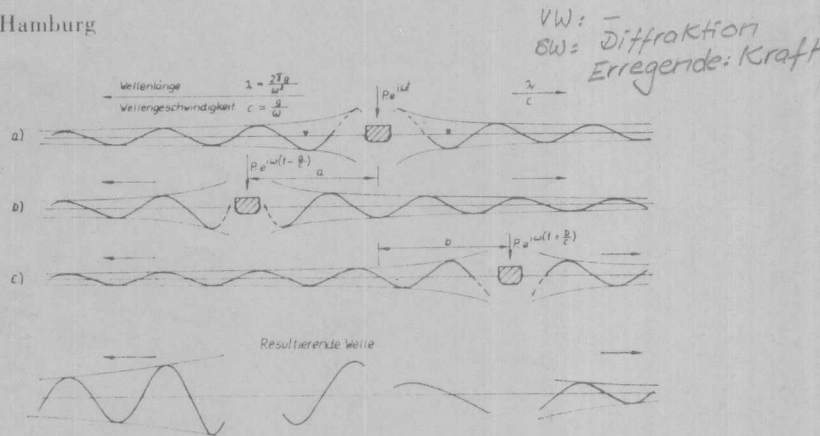


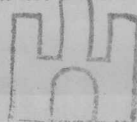
Bild 1 Durch eine periodische Erregung erzeugte Wellen ( $v = 0$ )

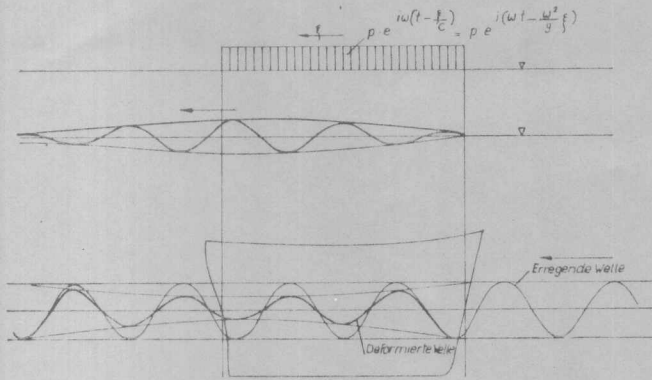
Wenn eine zweite Erregung mit der gleichen Kreisfrequenz an einem zweiten Punkt der Wasseroberfläche wirksam ist, wird natürlich ein zweites, völlig gleichartiges System von Ringwellen erzeugt. Die beiden Systeme können addiert werden, vorausgesetzt, daß die Wellenhöhen genügend klein sind, um eine lineare Behandlung zulassen zu können. Die weitere Betrachtung erstreckt sich nur auf die Wellenformation auf der Verbindungslinie der Punkte, an denen die beiden Erregungen wirksam sind. Die zweite Erregung soll der ersten Erregung gerade um die Zeit naheilen, die eine Ringwelle braucht, um von dem ersten Punkt zu dem zweiten Punkt zu gelangen (Bild 1b):

$$\Delta t = a/c.$$

Diese Gesetzmäßigkeit für die Phasenverschiebung hat zur Folge, daß die von beiden Erregungen erzeugten Ringwellen auf der Verbindungslinie der beiden Punkte und außerhalb des zweiten Punktes die gleiche Phase haben, so daß in diesem Bereich die Wellenberge der beiden Wellensysteme zusammenfallen und die resultierende, erregte Welle besonders groß ist. Zwischen den beiden Punkten und außerhalb des ersten Punktes gilt diese bemerkenswerte Gesetzmäßigkeit für die erzeugten Wellen nicht. Die erregten Wellen laufen zwischen den beiden Punkten in entgegengesetzten Richtungen. Außerhalb des ersten Punktes laufen sie zwar in der gleichen Richtung, in der Phase sind sie aber je nach dem Abstand der beiden Erregungen irgendwie verschoben, so daß die Wellenberge der beiden Systeme nicht zusammenfallen. Diese Überlegung kann natürlich weitergeführt werden. Es kann auf der Verbindungslinie der beiden Punkte an einem dritten Punkt eine weitere Erregung mit der gleichen Kreisfrequenz und einer Phasenverschiebung, die nach der oben erwähnten Gesetzmäßigkeit bestimmt ist, angenommen werden (Bild 1c). Man findet, daß hinter der letzten Erregung die drei erzeugten Wellen die gleiche Phase haben, so daß die resultierende Welle hoch ist, während zwischen den Erregungen und vor der ersten Erregung die Deformation der freien Wasseroberfläche entsprechend den Abständen der Erregungen irgendwie aus den drei einzelnen Wellen, die sich zum Teil gegenseitig aufheben, zusammengesetzt ist.

Diese Betrachtung kann auf eine über eine gewisse Strecke einer geraden Linie gleichmäßige Verteilung von harmonischen Erregungen ausgedehnt werden und man erhält dafür als Ergebnis, daß die resultierende Welle vor dieser Strecke klein bleibt, daß sie auf dieser Strecke allmählich zunimmt und an dem hinteren Ende der Strecke einen Maximalwert erreicht, um hinter dieser Strecke wieder allmählich abzunehmen (Bild 2a). Es wird hierbei darüber hinweggesehen, daß oben der Bereich der unmittelbaren Umgebung einer diskreten





**Bild 2** Deformation der Wasseroberfläche durch ein einer regelmäßigen Welle ausgesetztes Schiffmodell

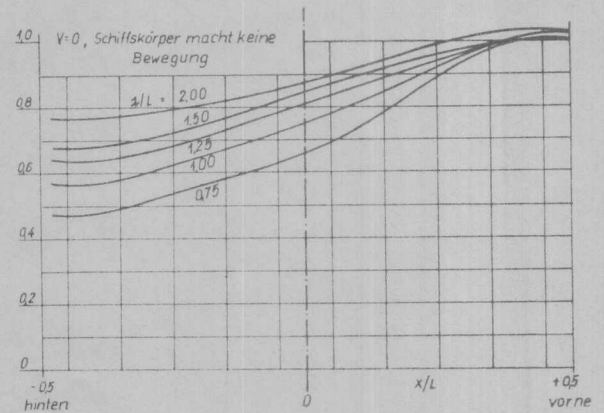
Erregung von der Betrachtung ausgenommen war. Man kann sich vorstellen, daß bei einer gleichmäßigen Verteilung von harmonischen Erregungen, wie sie jetzt betrachtet wird, diese zusätzliche Deformation der Wasseroberfläche, die verursacht ist durch die in unmittelbarer Nähe der betrachteten Stelle liegenden Erregungen, an allen Punkten der Strecke, über die die Erregungen verteilt sind, die gleiche ist und daß hierdurch zu der in Bild 2a gezeigten Deformation innerhalb der Belegungsstrecke evtl. eine zusätzliche Deformation addiert werden müßte. Die Diskussion hierüber ist aber sehr schwierig, und sie wird in diesem Vortrag nicht weitergeführt.

Der zuletzt diskutierte Fall, daß über eine bestimmte Strecke einer geraden Linie harmonische Erregungen gleichmäßig verteilt sind und daß die Phase dieser Erregungen gegeben ist durch den Quotient aus Abstand von einem Anfangspunkt der Belegungsstrecke und der Geschwindigkeit einer ebenen Welle mit der gleichen Kreisfrequenz, in der die periodischen Erregungen wirken, tritt auf, wenn ein festgehaltenes Schiffkörpermodell einer von vorne (oder von hinten) kommenden erregenden Welle ausgesetzt ist. Denn man kann sich gut vorstellen, daß dann von jedem Punkt der Schiffsaußenhaut eine periodische Erregung ausgeht, für deren Kreisfrequenz und Phase die erwähnte Gesetzmäßigkeit gilt. Sicher liegen diese periodischen Erregungen dann nicht genau auf einer Linie und sicher ist die Intensität der Erregungen an den verschiedenen Punkten der Schiffsaußenhaut verschieden. Das ist aber für die hier angestellte Betrachtung belanglos, solange man nicht ein quantitativ richtiges Ergebnis, sondern nur eine qualitative Aussage anstrebt. Das von dem Schiff erzeugte Wellensystem kann zu der erregenden Welle addiert werden und man erhält dann als resultierendes Wellensystem das in Bild 2b gezeigte resultierende System. Eine eingehendere Untersuchung, auf die hier nicht eingegangen werden kann, zeigt nämlich, daß das von dem Schiff erregte Wellensystem in der Phase etwa gerade um  $180^\circ$  gegenüber der erregenden Welle verschoben ist, so daß innerhalb des Schiffkörpers und hinter dem Schiffkörper die resultierende Welle reduziert ist gegenüber der erregenden Welle.

Hierüber wurde bereits in Wageningen und Scheveningen [1, 2] gesprochen und in Scheveningen wurden auch Ergebnisse gezeigt, die quantitativ brauchbar sind. Bild 3 ist diesem Vortrag entnommen.

### 3. Deformation der Seegangswelle durch ein Schiffkörpermodell, das sich mit konstanter Geschwindigkeit $V$ vorwärtsbewegt, aber keine Stampf- und Tauchbewegung ausführt.

Nun soll über die Fortsetzung dieser Arbeit, die sich mit dem gleichen Problem für das fahrende Schiff beschäftigt, berichtet werden.



**Bild 3** Amplitude der deformierten Welle, dimensionslos gemacht durch die Amplitude der undeformierten erregenden Welle

Es wird wieder begonnen mit der Frage, welches Wellensystem durch eine periodische Erregung auf einer freien Wasseroberfläche erzeugt wird. Die Erregung soll sich aber nun mit der konstanten Fahrgeschwindigkeit  $V$  relativ zu der Wassermasse bewegen. Wenn die Erregung durch die harmonische Tauchbewegung eines kleinen Körpers verursacht ist, wird natürlich in diesem Fall auch schon ein Wellensystem erzeugt, wenn der Fahrbewegung keine periodische Tauchbewegung überlagert ist. Dieses Wellensystem ist aber stationär und interessiert hier nur das periodische Wellensystem, das durch die periodische Erregung erzeugt und dem stationären System überlagert ist. Der Einfluß der Fahrgeschwindigkeit auf die erzeugte Wellenform ist sehr einschneidend und die Beschreibung des erzeugten Wellensystems bereitet große Schwierigkeiten. Eine Reihe von Autoren, z. B. Brard, Haskind, Hanaoka, Eggers [3, 4, 5, 6] haben sich damit beschäftigt und u. a. die Formel für das Potential eines solchen Wellenfeldes diskutiert. Den in diesem Vortrag angestellten Überlegungen liegen natürlich diese Arbeiten zugrunde.

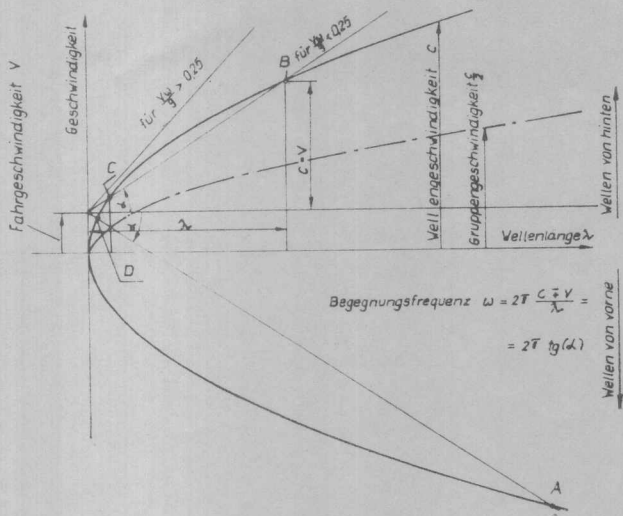
Es soll hier nur das Wellensystem diskutiert werden, das sich auf der Spur der Erregung, d. h. auf der Linie, auf der sich die Erregung bewegt, ausbildet. Diese Beschränkung vereinfacht die Betrachtung enorm und sie ist dadurch begründet, daß das Ergebnis später auf das fahrende Schiff, das sich in den betrachteten Fällen in Richtung seiner Längsachse bewegen soll, angewandt werden wird.

Um komplizierte mathematische Herleitungen zu vermeiden, soll das Problem von einer anderen Seite angefaßt werden. Dieser zweite Weg erscheint leichter verständlich; die hierbei erzielten Ergebnisse sind selbstverständlich durch die mathematische Untersuchung des Problems untermauert.

Bild 4 zeigt die Phasengeschwindigkeit  $c$  einer ebenen Welle in Abhängigkeit von der Wellenlänge

$$c = \sqrt{\frac{g\lambda}{2\pi}}$$

Die dargestellte Kurve ist an der  $\lambda$ -Achse gespiegelt. Der untere Ast soll für Wellen gelten, die entgegen einer gewählten Fahrrichtung laufen, während der obere Ast für Wellen gelten soll, die in der gewählten Richtung laufen. Auf der Ordinatenachse wird eine Fahrgeschwindigkeit  $V$  abgesetzt. Wenn eine bestimmte Welle gegeben ist und von dem zu der Länge der gewählten Welle gehörenden Punkt der gezeichneten Kurve eine Verbindungslinie zu dem auf der Ordinatenachse abgesetzten Punkt gezogen wird, ist die Neigung dieser Verbindungslinie ein Maß für die Begegnungsfrequenz, d. h.



**Bild 4** Diagramm zur Bestimmung der durch eine mit konstanter Geschwindigkeit fortschreitende periodische Erregung erzeugten Welle

für die Frequenz der Welle an dem mit der Geschwindigkeit gleichförmig bewegten Bezugspunkt:

$$\omega_e = 2\pi \frac{c \mp V}{\lambda}; \quad \frac{\omega_e}{2\pi} = \operatorname{tg} \alpha.$$

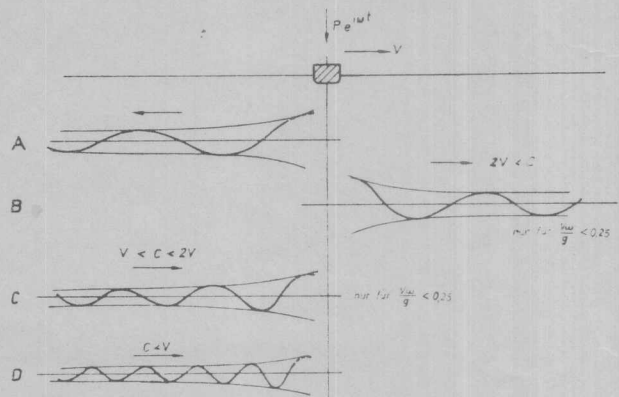
Nun wird die diskutierte Frage in umgekehrter Richtung gestellt: Es wird gefragt, welche ebene Welle zu einer gegebenen Begegnungsfrequenz gehört. Man zieht hierzu von dem auf der Ordinatenachse abgesetzten Punkt zwei Linien, die um den zu der gegebenen Begegnungsfrequenz gehörenden positiven oder negativen Winkel  $\alpha$  geneigt sind (das Vorzeichen der Begegnungsfrequenz ist in diesem Fall ohne Belang) und die Schnittpunkte dieser beiden Linien mit den gezeichneten Kurven liefern die ebenen Wellen, die zu der betreffenden Fahrgeschwindigkeit und Begegnungsfrequenz gehören. Man erhält vier Wellen, wenn der Parameter  $\gamma = V\omega/g$  kleiner als 0,25 oder zwei Wellen, wenn dieser Parameter größer als 0,25 ist. Von diesen vier Wellen läuft eine entgegen dem bewegten Bezugspunkt und drei bzw. eine mit ihm. Von den mit dem Bezugspunkt laufenden Wellen läuft eine langsamer, während die beiden anderen – falls sie überhaupt existieren – schneller als der Bezugspunkt laufen.

Die periodische Erregung, die auf eine freie Oberfläche wirkt und sich außerdem mit der konstanten Geschwindigkeit  $V$  relativ zum Wasser bewegt, ist gekennzeichnet durch die Geschwindigkeit  $V$  und die Kreisfrequenz  $\omega$ . Sie erzeugt auf ihrer Spur eine Wellenformation, die, wenn man die unmittelbare Umgebung der Erregung ausnimmt, gegeben ist durch vier verschiedene Wellen, deren Längen und Geschwindigkeiten übereinstimmen mit den entsprechenden Größen der ebenen Wellen, die für die gleiche Geschwindigkeit und Begegnungsfrequenz aus Bild 4 bestimmt werden können. Man kann sich leicht überzeugen, daß für  $V = 0$  von den vier Wellen nur zwei gleich lange nach entgegengesetzten Richtungen laufende Wellen bleiben. Daß der Parameter  $\gamma = V\omega/g$  in diesem Zusammenhang eine große Rolle spielt und daß bei  $\gamma = 0,25$  ein markanter Wechsel des erzeugten Wellensystems eintritt, ist bekannt und wurde schon von anderen Autoren ausführlich diskutiert.

Bild 4 kann also benutzt werden, um die durch eine periodische und mit der Geschwindigkeit  $V$  bewegte Erregung auf ihrer Spur erzeugten Wellen zu bestimmen. Aus Bild 4 kann noch mehr als Länge, Geschwindigkeit und Laufrichtung dieser Wellen entnommen werden: Die erste erzeugte Welle (Schnittpunkt A), die entgegen der Fahrriichtung der Erregung

läuft, existiert nur hinter der Erregung. Diese Feststellung resultiert — außer aus der exakten mathematischen Untersuchung — aus der Laufrichtung der erzeugten Welle und aus dem Grenzübergang zu dem Fall  $V = 0$ . Die zweite Welle (Schnittpunkt B), die nur existiert für  $V\omega/g$  kleiner als 0,25, kann nur nach vorne laufen und tritt daher hinter der Erregung nicht in Erscheinung. Für diese Feststellung können die gleichen Argumente wie vorhin geltend gemacht werden. Die dritte erzeugte Welle (Schnittpunkt C), die ebenfalls nur für  $V\omega/g$  kleiner als 0,25 existiert, erscheint nur hinter der Erregung, obwohl auch diese Welle von hinten kommt und schneller als die Erregung läuft. Diese Feststellung kann auf mathematischen Wege einwandfrei bewiesen werden. Sie kann aber auch sehr anschaulich dadurch erklärt werden, daß die Gruppengeschwindigkeit einer ebenen Welle der gleichen Länge (die halb so groß ist wie die Phasengeschwindigkeit  $c$ ) kleiner als die Geschwindigkeit der Erregung ist. Da Energie nur mit dieser Gruppengeschwindigkeit transportiert werden kann, ist nach vorne kein Energietransport möglich und die Welle, für die die Gruppengeschwindigkeit kleiner als die Fahrgeschwindigkeit der Erregung ist, kann nicht die Erregung überholen. Für die besprochene zweite Welle (Schnittpunkt B) ist die Gruppengeschwindigkeit größer als die Geschwindigkeit der Erregung und daher wird mit dieser Welle Energie nach vorne transportiert und diese zweite Welle existiert daher nur vor der Erregung. Die vierte Welle (Schnittpunkt D), die durch das Schiff überholt wird, kann selbstverständlich nur hinter dem Schiff existieren.

Damit ist festgestellt, welche Wellen durch eine periodische Erregung mit der Frequenz  $\omega$  auf der Spur dieser Erregung erzeugt werden (Bild 5). Wenn nun auf einer gemeinsamen Spur mehrere Erregungen mit der gleichen Kreisfrequenz oder eine gleichmäßige Verteilung von solchen Erregungen wirken, kann für die Superposition dieser Wellen die gleiche Betrachtung wie oben für den einfacheren Fall ohne Fahrgeschwindigkeit angestellt werden. Für die Phasenverschiebungen zwischen den einzelnen Erregungen kann nun natürlich nur für eines der vier erzeugten Wellensysteme die entsprechende Gesetzmäßigkeit gewählt werden. Sie kann also nur für eines der vier Wellensysteme so gewählt werden, daß die Nacheilzeit einer Erregung gegenüber einer ersten Erregung gleich der Zeit ist, die eine erzeugte Welle braucht, um von der ersten zu der betrachteten Erregung zu kommen. Für die erzeugte Welle, für die diese Gesetzmäßigkeit gewählt wird, trifft wieder zu, daß in einem entsprechenden Bereich die Phasen der von den einzelnen Erregungen erzeugten Wellen gleich sind, so daß hierfür eine Verstärkung stattfindet. Für die anderen drei Wellensysteme trifft dagegen eine solche Verstärkung nicht zu. Diese drei anderen Wellensysteme werden vielmehr durch Interferenzen mehr oder weniger aufgehoben.



**Bild 5** Durch eine mit konstanter Geschwindigkeit fortschreitende periodische Erregung erzeugte Wellen

Wenn nun an das in einer regelmäßigen längslaufenden Welle fahrende Schiffkörpermodell gedacht wird, so trifft die Voraussetzung für eine Addition ohne Phasenverschiebung der von den verschiedenen Punkten des Modells ausgehenden Wellensysteme zu für das Wellensystem, das hinsichtlich Laufrichtung und Wellenlänge mit dem erregenden Wellensystem übereinstimmt. Für die drei anderen von dem Modell erzeugten Wellensysteme trifft diese Voraussetzung dann nicht zu und diese drei anderen Wellensysteme verlieren infolge von Interferenzen an Bedeutung gegenüber dem besonders bevorzugten mit dem erregenden System übereinstimmenden Wellensystem.

Die erregende Welle, für die vorausgesetzt ist, daß sie in Längsrichtung des fahrenden Modells läuft, kann natürlich von vorne oder von hinten kommen, und es sind deutlich vier verschiedene Fälle zu erkennen:

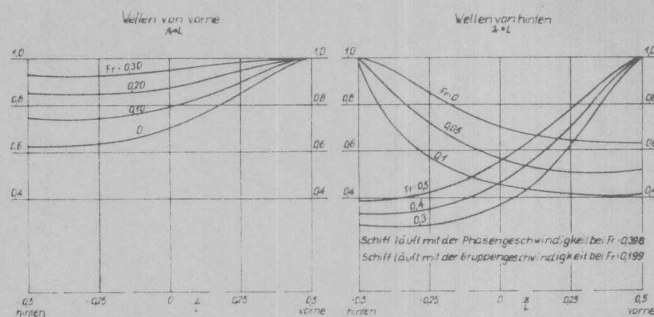
- die erregende Welle läuft dem Modell entgegen
- die erregende Welle kommt von hinten und läuft schneller als das Modell. Die Gruppengeschwindigkeit ist größer als die Modellgeschwindigkeit
- die erregende Welle kommt von hinten und läuft schneller als das Modell. Die Gruppengeschwindigkeit ist kleiner als die Modellgeschwindigkeit
- die erregende Welle kommt von hinten und läuft langsamer als das Modell.

Entsprechend diesen vier Möglichkeiten wird aus den von dem Modell auf seiner Spur erzeugten vier Wellensystemen jeweils ein anderes — nämlich das in seiner Laufrichtung, Länge und Geschwindigkeit mit der erregenden Welle übereinstimmende — ausgewählt und dadurch ausgezeichnet, daß es kräftig in Erscheinung tritt, während die anderen drei infolge verschiedenartiger Interferenzen kaum in Erscheinung treten.

Eine erste rohe quantitative Abschätzung führt zu Ergebnissen, die in Bild 6 dargestellt sind.

Bemerkenswert erscheint:

- Im Falle A), d. h. bei von vorne kommender erregender Welle wird die Deformation der erregenden Welle mit zunehmender Fahrgeschwindigkeit kleiner.
- Im Falle B), d. h. bei von hinten kommender erregender Welle, deren Phasen- und Gruppengeschwindigkeit größer als die Modellgeschwindigkeit ist, tritt, wie zu erwarten war, eine Reduktion der erregenden Welle in von hinten nach vorne zunehmendem Maße auf. Diese Reduktion wird mit zunehmender Geschwindigkeit größer. Der Grenzfall, in dem die Gruppengeschwindigkeit der erregenden Welle gleich der Modellgeschwindigkeit ist ( $V\omega/g = 0,25$ ) muß wahrscheinlich gesondert behandelt werden.
- Im Falle C), d. h. bei von hinten kommender erregender Welle, deren Phasengeschwindigkeit größer, deren Gruppengeschwindigkeit aber kleiner als die Modellgeschwindigkeit ist, tritt die Reduktion der erregenden Welle in umgekehrter Richtung wie im Falle B), d. h.



**Bild 6**  
Amplitude der deformierten Welle  
Amplitude der nicht deformierten, erregenden Welle

in von vorne nach hinten zunehmendem Maße auf. Diese Reduktion wird mit zunehmender Geschwindigkeit kleiner. Für den Grenzfall  $V\omega/g = 0,25$  gilt das gleiche wie oben. Für den zweiten Grenzfall  $\omega = 0$ , in dem das Modell ebenso schnell läuft wie die erregende Welle, kann eine Reduktion errechnet werden.

- Im Falle D), d. h. bei von hinten kommender, aber langsamer als das Modell laufender erregender Welle wird die Reduktion der erregenden Welle mit zunehmender Geschwindigkeit kleiner.

Schlusswort:

Eine weitere Diskussion dieser Ergebnisse erscheint verfrüht. Es ist möglich, daß in quantitativer Hinsicht Änderungen der in Bild 6 mitgeteilten Ergebnisse, in denen ja auch die Form des Schiffkörpermodells nicht angegeben ist, vorgenommen werden müssen. In qualitativer Hinsicht ist aber die festgestellte Gesetzmäßigkeit zutreffen und insbesondere im Falle von hinten kommender Wellen in Rechnung gestellt werden müssen.

Die mitgeteilten Ergebnisse stellen erste Teilergebnisse eines Forschungsvorhabens dar, das durch das Office of Naval Research gefördert wird.

(Vorgetragen am 25. Januar 1962)

#### Schrifttum

- O. Grim: „Durch Wellen an einem Schiffkörper erregte Kräfte“, Symposium on the Behaviour of Ships in a Seaway, Wageningen 1957.
- O. Grim: „A Method for a More Precise Computation of Heaving and Pitching Motions Both in Smooth Water and in Waves“, Third Symposium on Naval Hydrodynamics, Scheveningen 1960.
- R. Brard: „Introduction à l'étude théorique du tangage en marche“, Bulletin de l'association technique maritime et aéronautique 1948.
- M. D. Haskind: Übersetzung in Englisch: „The Hydrodynamical Theory of the Oscillation of a Ship in Waves“, SNAME, Technical and Research Bulletin, No. 1—12.
- T. Hanaoka: „Theoretical Investigation Concerning Ship Motion in Irregular Waves“, Symposium on the Behaviour of Ships in a Seaway, Wageningen 1957.
- K. Eggers: „Über die Erfassung der Widerstandserhöhung im Seegang durch Energiebetrachtungen“, Ingenieur-Archiv 1960.

## SCHIFFSTECHNIK

### Forschungshefte für Schiffbau und Schiffsmaschinenbau

Verlag: Schifffahrts-Verlag „Hansa“ C. Schroedter & Co., Hamburg 11, Stubbenhuk 10. Tel. Sa.-Nr. 36 49 81. — Schriftleitung: Prof. Dr.-Ing. Kurt Wendel, Hamburg. — Alle Zuschriften sind an den obigen Verlag zu richten. — Unaufgefordert eingesandte Manuskripte werden nur auf ausdrücklichen Wunsch zurückgesandt. — Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages. — Einzelpreis DM 7,50; Jahres-Abonnement DM 32,50 zuzüglich Postzustellgebühr, Abonnements-Kündigungen müssen bis spätestens einen Monat vor Ablauf des Jahres-Abonnements beim Verlag vorliegen. — Anzeigenleitung: Irmgard Dahl, Hamburg. — Anzeigenpreisliste Nr. 2. — Bankkonto: Vereinsbank, Abteilung Hafen. — Postscheckkonto: Hamburg Nr. 141 87. Höhere Gewalt entbindet den Verlag von jeder Lieferungsverpflichtung. — Erfüllungsort und Gerichtsstand Hamburg. Druck: Schroedter & Hauer, Hamburg 1.