

485 | Juli 1988

SCHRIFTENREIHE SCHIFFBAU

Zhou Yaozong

Beschreibung des Programmsystems BUEF6G

TUHH

Technische Universität Hamburg-Harburg

Beschreibung des Programmsystems BUEF6G

Zhou Yaozong, Hamburg, Technische Universität Hamburg-Harburg, 1988

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

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

INSTITUT FÜR SCHIFFBAU DER UNIVERSITÄT HAMBURG

Bericht Nr. 485

Beschreibung des Programmsystems BUEF6G

von

Zhou Yaozong

Juli 1988

ISBN 3 - 89220 - 485 - 3

Copyright Institut für Schiffbau
 Universität Hamburg
 Lämmersieth 90
 D-2000 Hamburg 60

Inhalt

1	Einführung	2
2	Berechnungsmethode	2
2.1	Koordinatensystem	2
2.2	Bewegungsgleichung	4
2.3	Berechnung der hydrodynamischen Kräfte infolge der Schiffsbewegung	5
2.4	Abschätzung der Rolldämpfung	8
2.5	Berechnung der erregenden Kräfte	8
2.6	Berechnung von Übertragungsfunktionen	10
3	Programmsystem und numerische Methode	11
3.1	YEUNGB (Berechnung von hydrodynamischen Spantkennwerten)	13
3.2	FLA (Berechnung von geometrischen Spantkennwerten)	14
3.3	RDM (Berechnung des Zusatzrolldämpfungsmoments)	14
3.4	BUEF6G (Berechnung der Übertragungsfunktionen)	16
3.5	YPLOT (Plotten der Übertragungsfunktionen)	18
4	Berechnungsergebnisse und Vergleich mit Versuchen	19
5	Dank	20
6	Literaturverzeichnis	32
7	Anhang 1 : Beispiele für Eingabe- und Ausgabedaten	
7.1	Beispiel für Eingabedaten M1.DAT (log. Nr. 5) des Programms YEUNGB und des Programms FLA	
7.2	Beispiel für das Ergebnisprotokoll M2.DAT (log. Nr. 6) des Programms YEUNGB	
7.3	Beispiel für Ausgabedaten M3.DAT (log. Nr. 20) des Programms YEUNGB	
7.4	Beispiel für das Ergebnisprotokoll M4.DAT (log. Nr. 6) des Programms FLA	
7.5	Beispiel für Eingabedaten M5.DAT (log. Nr. 6) des Programms RDM	
7.6	Beispiel für das Ergebnisprotokoll M6.DAT (log. Nr. 6) des Programms RDM	
7.7	Beispiel für Eingabedaten M7.DAT (log. Nr. 5) des Programms BUEF6G	
7.8	Beispiel für das Ergebnisprotokoll M8.DAT (log. Nr. 6) des Programms BUEF6G	
7.9	Beispiel für Eingabedaten M9.DAT (log. Nr. 8) des Programms YPLOT	
7.10	Beispiel für Weiterverarbeitungsdaten M10.DAT (log. Nr. 13) des Programms BUEF6G	
8	Anhang 2 : Programmtexte	
8.1	Programm YEUNGB	
8.2	Programm FLA	
8.3	Programm RDM	
8.4	Programm BUEF6G	
8.5	Programm YPLOT	

1 Einführung

1955 wurde erstmalig von Korvin-Kroukovsky eine Methode zur Berechnung der gekoppelten Tauch- und Stampfschwingungen eines Schiffes in längslaufenden regelmäßigen Wellen vorgestellt. In den darauffolgenden Jahren wurde diese Streifentheorie schnell entwickelt und durchgängig hydrodynamisch auf eine potentialtheoretische Grundlage gestellt. Zur Zeit wird die Streifenmethode als zweckmäßigstes Verfahren zur Berechnung der Bewegung und Belastung von Schiffen im Seegang angesehen. Die bisherigen Streifenmethoden sind ausnahmslos durch die Voraussetzung des Schiffes als schlanker Körper sowie die Annahme kleiner Schwingungsamplituden charakterisiert. Mittlerweile existieren mehr als 20 verschiedene Versionen, die sich auf Grund des Näherungscharakters der Streifentheorie in der unterschiedlichen Erfassung des Geschwindigkeitseinflusses einschließlich der Erfüllung gewisser Symmetriebedingungen für die Dämpfungskopplungskoeffizienten, aber auch in der Bestimmung der Form der Spantquerschnitte, der Erfassung der Diffraktionswirkungen und der Einführung verbesserter Ansätze bei der Rolldämpfung unterscheiden.

Das im folgenden beschriebene Programmsystem ist eine Fortentwicklung des in [1],[2] vorgestellten Verfahrens zur Bestimmung der Übertragungsfunktionen der Bewegungen eines schlanken, symmetrischen Schiffes mit beliebigem Beladungszustand in regelmäßigen Wellen aus beliebigen Richtungen.

Vorausgesetzt wird Linearität zwischen den Schiffsbewegungen und den Wellen. Daraus folgt, daß die Schiffsbewegungen harmonisch mit der Begegnungsfrequenz zwischen Schiff und Welle verlaufen. Die Methode entspricht im wesentlichen der Streifenmethode in der Formulierung [1]. Das Schiff wird dazu in eine Anzahl von gleichlangen Abschnitten eingeteilt.

Ergebnisse der Berechnungen sind die Übertragungsfunktionen

- der Bewegung des Schiffes in 6 Freiheitsgraden an dem Koordinatenursprung
- der Bewegung des Massenschwerpunkts
- der Bewegung beliebiger Punkte des Schiffes
- der Relativbewegung dieser Punkte zum umgebenden Wasser

Die mit diesem Programm erzeugten Daten können zur Berechnung des Verhaltens eines Schiffes in natürlichem, stationären Seegang genutzt werden.

2 Berechnungsmethode

2.1 Koordinatensystem

Es werden zwei Koordinatensysteme benutzt:

1. Inertialsystem

Das Inertialsystem orientiert sich an der mittleren Wasseroberfläche: ξ in Fahrtrichtung, η nach Steuerbord (Stb.), ζ nach unten. Der Nullpunkt (im zeitlichen Mittel auf der Mittellängsebene in Höhe der Wasserlinie am Hauptspant) bewegt sich mit der mittleren Schiffsgeschwindigkeit nach vorn. In diesem Koordinatensystem hat der Schiffsschwerpunkt die Koordinaten ξ_G, η_G, ζ_G .

2. Schiffsfestes System

x in Fahrtrichtung, y nach Stb., z nach unten. Ursprung in der Mittschiffsebene am Hauptspant in Höhe der Glattwasserlinie. Der Schiffsschwerpunkt in diesem Koordinatensystem hat zeitlich unveränderliche Koordinaten x_G, y_G, z_G .

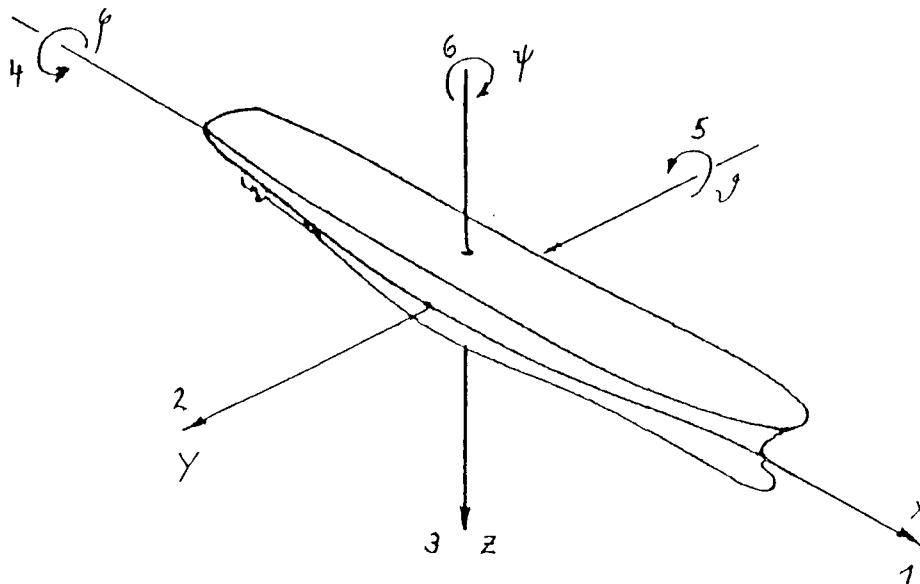


Bild 1. Schiffsfestes System

Beziehung zwischen (ξ, η, ζ) und (x, y, z) : Bei Linearität (für kleine Roll-, Stampf-, und Gierwinkel) gilt:

$$\begin{bmatrix} \xi \\ \eta \\ \zeta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -\psi & \vartheta \\ \psi & 1 & -\varphi \\ -\vartheta & \varphi & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \xi_0 \\ \eta_0 \\ \zeta_0 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Darin bezeichnen:

ξ_0	Längverschiebung zwischen (ξ, η, ζ) - und (x, y, z) -System (+, wenn Schiff weiter vorn)
η_0	Querverschiebung zwischen (ξ, η, ζ) - und (x, y, z) -System (+, wenn Schiff weiter Stb.)
ζ_0	Vertikalverschiebung zwischen (ξ, η, ζ) - und (x, y, z) -System (+, wenn Schiff tiefer)
φ_0	Rollwinkel (+, wenn rechts um x -Achse, d.h. nach Stb. geneigt)
ϑ_0	Stampfwinkel (+, wenn rechts um y -Achse, d.h. vorn höher)
ψ_0	Gierwinkel (+, wenn rechts um z -Achse, d.h. Bug nach Stb.)

Im folgenden werden komplexe Amplituden (abgekürzt KA) benutzt. Der Realteil gibt den Wert in dem Zeitpunkt an, wenn ein Wellental am Ursprung des (ξ, η, ζ) -Systems ist; der Imaginärteil ist der Wert 1/4 Periode früher.

Alle komplexen Amplituden sind mit Dach "ˆ" gekennzeichnet, z. B.

$$\zeta_0 = \text{Re}(\hat{\zeta}_0 \cdot e^{i\omega_e t}) = \text{Re}(\hat{\zeta}_0) \cdot \cos(\omega_e t) - \text{Im}(\hat{\zeta}_0) \cdot \sin(\omega_e t) = |\hat{\zeta}_0| \cdot \cos(\omega_e t + \varepsilon_\zeta) \quad (2)$$

Dabei ist ζ_0 Tauchbewegung des Schiffes, ω_e die Begegnungsfrequenz, t die Zeit, $i = \sqrt{-1}$, $\hat{\zeta}_0 =$ KA der Tauchbewegung, ε_ζ die Phasenlage. Die KA hat einen Betrag und eine Phasenlage zwischen Bewegung und Welle:

$$|\hat{\zeta}_0| = \sqrt{(\text{Re } \hat{\zeta}_0)^2 + (\text{Im } \hat{\zeta}_0)^2} \quad (3)$$

$$\varepsilon_\zeta = \arctan\left(\frac{\text{Im}(\hat{\zeta}_0)}{\text{Re}(\hat{\zeta}_0)}\right) + \begin{cases} 0, & \text{wenn } \text{Re}(\hat{\zeta}_0) > 0 \\ \pi \cdot \text{sign}(\text{Im}(\hat{\zeta}_0)), & \text{wenn } \text{Re}(\hat{\zeta}_0) < 0 \end{cases} \quad (4)$$

2.2 Bewegungsgleichung

Die theoretischen Grundlagen für das Folgende sind dem Vorlesungsskript [1] von Söding entnommen.

Es werden 6 Starrkörperfreiheitsgrade untersucht, obwohl die Längsbewegung mit den anderen Freiheitsgraden nur schwach gekoppelt ist.

Zu berechnen ist die KA $\hat{\mathbf{u}}$ der Schiffsbewegung in 6 Freiheitsgraden:

$$\hat{\mathbf{u}} = (\hat{\xi}_0, \hat{\eta}_0, \hat{\zeta}_0, \hat{\varphi}_0, \hat{\vartheta}_0, \hat{\psi}_0)^T \quad (5)$$

Dabei bezeichnet "T" eine transponierte Matrix. Alle Matrizen und Vektoren sind mit Fettschrift gekennzeichnet.

Die Newtonsche Gleichung lautet:

$$-\omega_e^2 \cdot \mathbf{M} \cdot \hat{\mathbf{u}} = \hat{\mathbf{F}} = -\mathbf{S} \cdot \hat{\mathbf{u}} + \hat{\mathbf{B}} \cdot \hat{\mathbf{u}} + \hat{\mathbf{e}} \quad (6)$$

Darin bedeuten:

M

Massenmatrix

$$\mathbf{M} = \begin{bmatrix} m & 0 & 0 & 0 & m \cdot z_G & 0 \\ 0 & m & 0 & -m \cdot z_G & 0 & m \cdot x_G \\ 0 & 0 & m & 0 & -m \cdot x_G & 0 \\ 0 & -m \cdot z_G & 0 & \Theta_x & 0 & -\Theta_{xz} \\ m \cdot z_G & 0 & -m \cdot x_G & 0 & \Theta_y & 0 \\ 0 & m \cdot x_G & 0 & -\Theta_{xz} & 0 & \Theta_z \end{bmatrix} \quad (7)$$

m

Schiffsmasse (ohne hydrodynamische Massen)

x_G, y_G, z_G Koordinaten des Massenschwerpunkts im x, y, z -System

$\Theta_x, \Theta_y, \Theta_z$ Trägheitsmomente um x -, y -, z -Achse, z. B.

$$\Theta_x = \int_{\text{alle Massen}} (y^2 + z^2) dm \quad (8)$$

Θ_{xz} $x - z$ -Zentrifugalmoment

$$\Theta_{xz} = \int_{\text{alle Massen}} x \cdot z dm \quad (9)$$

Die Integrale sind über alle Massenpunkte zu erstrecken.

$\hat{\mathbf{F}}$ Die KA der vom Wasser auf das Schiff ausgeübten Kraft. Sie setzt sich aus einem statischen Anteil $\mathbf{S} \cdot \hat{\mathbf{u}}$, einem dynamischen Anteil $\hat{\mathbf{B}} \cdot \hat{\mathbf{u}}$ infolge der Schiffsbewegungen und einem Anteil $\hat{\mathbf{e}}$ infolge der erregenden Wellen zusammen.

\mathbf{S} Matrix der Rückstellkräfte und -momente, hydrostatisch bedingt

$$\mathbf{S} = \rho g \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & A_w & 0 & -A_w \cdot x_w & 0 \\ 0 & 0 & 0 & GM & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -A_w \cdot x_w & 0 & GM_L & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (10)$$

A_w Wasserlinienfläche

x_w Wasserlinienschwerpunktskoordinaten in x - y - z -System

GM_L, GM Längen- bzw. breitenmetazentrische Höhe über dem Massenschwerpunkt

$\hat{\mathbf{B}}$ Komplexe Matrix der hydrodynamischen Kräfte infolge der Schiffsbewegung

$\hat{\mathbf{e}}$ Vektor der erregenden Kräfte und Momente

2.3 Berechnung der hydrodynamischen Kräfte infolge der Schiffsbewegung

Hier wird ein sogenanntes Close-Fit-Verfahren, das die Spantform genau erfasst, angewendet [4, 5].

Wir können zuerst die hydrodynamischen Terme infolge der Schiffsbewegungen für die einzelnen Spanten mit dem Programm YEUNGB bestimmen und über die Schiffslänge L integrieren. Hier werden zwei Bezugspunkte benutzt: Bezugspunkt für das ganze Schiff war der Schnittpunkt zwischen Wasserlinie und Symmetrieebene auf Hauptspant; Bezugspunkt des Spants für das Programm YEUNGB ist der Schnittpunkt zwischen Wasserlinie und Symmetrieebene auf dem jeweiligen Spant an der Längenkoordinate x . Deshalb müssen wir die Bewegungs- und Kraftvektoren durch die Matrizen $\hat{\mathbf{W}}(x)$ und $\mathbf{V}(x)$ umrechnen. Bei Berücksichtigung der Fahrgeschwindigkeit hängt die Kraft nicht von der Impulsänderung des Wassers an einer festen Stelle x ab, sondern von der zeitlichen Impulsänderung der "Wasser-Scheibe", die sich am Schiff etwa mit der Geschwindigkeit v nach hinten bewegt. In der Gleichung $\text{Kraft} = d(\text{Impuls})/dt$ ist daher d/dt durch die substantielle Ableitung $D/Dt = \frac{\partial}{\partial t} - v \frac{\partial}{\partial x}$ zu ersetzen. So ergibt sich:

$$\hat{\mathbf{B}} = \int_L \mathbf{V}(x) \left(-i\omega_e + v \frac{\partial}{\partial x} \right) (\hat{\mathbf{A}}(x) \hat{\mathbf{W}}(x)) dx \quad (11)$$

Darin bedeuten:

$\mathbf{V}(x)$ Matrix zur Umrechnung der drei Spantkraftdaten (Horizontalkraft, Vertikalkraft, Moment um die x -Achse) in die 6 Kraftdaten bzgl. des Koordinatensystems x, y, z

$$\mathbf{V}(x) = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & -x & 0 \\ x & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (12)$$

$\hat{\mathbf{W}}(x)$ Matrix zur Umrechnung der Schiffsbewegung $\hat{\mathbf{u}}$ in die drei Spantgeschwindigkeiten

$$\hat{\mathbf{W}}(x) = \begin{bmatrix} 0 & i\omega_e & 0 & 0 & 0 & i\omega_e \cdot x - v \\ 0 & 0 & i\omega_e & 0 & -i\omega_e \cdot x + v & 0 \\ 0 & 0 & 0 & i\omega_e & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (13)$$

v Schiffsgeschwindigkeit

$\hat{\mathbf{A}}(x)$ Matrix der komplexen hydrodynamischen Massen des Querschnitts:

$$\hat{\mathbf{A}}(x) = \begin{bmatrix} \tilde{m}_{22} & \tilde{m}_{23} & \tilde{m}_{24} \\ \tilde{m}_{32} & \tilde{m}_{33} & \tilde{m}_{34} \\ \tilde{m}_{42} & \tilde{m}_{43} & \tilde{m}_{44} \end{bmatrix} \quad (14)$$

Dabei ist z. B. $\tilde{m}_{22} = m_{22} + \frac{n_{22}}{i\omega_e}$

m_{22} Hydrodynamische Masse eines Querschnitts für Horizontalbewegung pro Längeneinheit in x -Richtung

Entsprechend bedeuten die anderen Indizes:

3	Vertikalbewegung bzw. Vertikalkraft
4	Drehbewegung bzw. Drehmoment um die x -Achse

Das Integral in (11) (auch für die erregenden Kräfte in (28)) kann nach der Trapezregel berechnet und die Ableitung $\partial/\partial x$ numerisch als Differenzenquotient angenähert werden. Wenn sich am Hinterschiff die Schiffsquerschnitte schnell verkleinern, lösen sich die Stromlinien und damit auch der Impuls des Wassers von der Schiffsoberfläche ab. Deshalb muß man die Terme $\partial/\partial x$ am Hinterende weglassen [1].

Bei Längsbeschleunigung eines Schiffes ist zusätzlich eine kleine hydrodynamische Masse ohne Dämpfung anzusetzen, die nicht aus den hydrodynamischen Kennwerten der Querschnitte folgt, sondern nach einer empirischen Formel abgeschätzt wird:

$$m_{11} = 2,7 \rho \nabla^{5/3} / L^2 \quad (15)$$

Dabei ist ∇ das Verdrängungsvolumen, L die Schiffslänge. Damit ergibt sich die vom Wasser auf das Schiff ausgeübte Längskraft zu

$$\hat{\mathbf{f}}_1 = \omega_e^2 \cdot m_{11} \cdot \hat{\mathbf{u}}_1 \quad (16)$$

Wenn die Längskraft bei den Koordinaten z_x, y_x ($y_x = 0$ für symmetrisches Schiff) angreift, ergibt sich daraus die auf den Nullpunkt des ganzen Schiffes bezogene Kraft zu

$$\hat{\mathbf{F}}_1 = \mathbf{U}_1 \cdot \hat{\mathbf{f}}_1 \quad (17)$$

mit

$$\mathbf{U}_1 = (1, 0, 0, 0, z_0, 0)^T \quad (18)$$

Entsprechend wird die Längsbewegung $\hat{\mathbf{u}}_1$ des Schiffes aus der Schiffsbewegung $\hat{\mathbf{u}}$ berechnet:

$$\hat{\mathbf{u}}_1 = \mathbf{U}_1^T \cdot \hat{\mathbf{u}} \quad (19)$$

Zusammengefaßt ergibt sich daraus:

$$\hat{\mathbf{F}}_1 = \omega_e^2 \cdot m_{11} \cdot \mathbf{U}_1 \cdot \mathbf{U}_1^T \cdot \hat{\mathbf{u}} \quad (20)$$

so daß sich ein Beitrag zu $\hat{\mathbf{B}}$ von der Größe

$$\omega_e^2 m_{11} \cdot \mathbf{U}_1 \cdot \mathbf{U}_1^T \quad (21)$$

(6 × 6-Matrix) ergibt.

2.4 Abschätzung der Rolldämpfung

Bei der Rollbewegung ist die potentialtheoretisch berechnete, durch Wellenabstrahlung hervorgerufene Dämpfungskonstante B_W sehr klein im Vergleich zu den Dämpfungsmomenten durch Strömungsablösung. Obgleich zu diesem Komplex schon seit langen Arbeiten erschienen sind, ist dieses hydrodynamische Problem erst in den letzten Jahren gemäß seinen differenzierten physikalischen Ursachen vorwiegend mit modernen experimentellen Methoden untersucht und erst seit kurzem einer gewissen noch stark vereinfachenden halbempirischen Behandlung zugänglich gemacht worden, da es z. B. bis heute noch nicht gelungen ist, zähigkeitsbedingte Dämpfungswirkungen an Schiffen oder Schiffsspantquerschnitten mit theoretischen Modellen brauchbar zu erfassen.

Obwohl der Dämpfungsanteil B_L durch Zirkulationseffekte am Rumpf nach der normalen Streifenmethode schon durch Weglassung der Terme $\partial/\partial x$ am Hinterende in (11) berücksichtigt wurde, ist der so berechnete B_L -Wert im Vergleich zu Versuchen zu klein. Erst in den letzten Jahren konnte nachgewiesen werden, daß Zirkulationseffekte am Rumpf und den Anhängen als geschwindigkeitsabhängige Quertriebsdämpfung B_L eine wesentliche Komponente darstellen [7, 8]. Schlingerkeile können auch einen erheblichen Beitrag B_{BK} erbringen. Daher sind für die Berechnungen der Rollbewegungen unbedingt empirische Korrekturen der Dämpfungsterme notwendig.

Blume [6] hat Versuche zur Bestimmung der Rolldämpfung mit Schiffsmodellen ohne Schlingerkeile durchgeführt und seine Ergebnisse in Form dimensionsloser Koeffizienten dargestellt. Ikeda und andere haben systematische Versuche mit Zylindern verschiedener Querschnittsform durchgeführt und aus den Ergebnissen ein Programm zur Abschätzung der Rolldämpfung entwickelt. Diese Rolldämpfung wird aus fünf Anteilen zusammengesetzt, die den Einfluß der Reibung (Index F), der Wellen (W), der Wirbel (E), des Auftriebs infolge Schräganströmung (L) und der Schlingerkeile (BK) angeben. Das Rolldämpfungsmoment pro Rollgeschwindigkeit $\dot{\phi}$ ist daher

$$B_{44} = B_F + B_W + B_E + B_L + B_{BK} = \rho \cdot \nabla \cdot B^2 \cdot \sqrt{\frac{2g}{B}} \cdot \bar{B}_{44} \quad (22)$$

Dabei ist \bar{B}_{44} ein dimensionsloser äquivalenter linearer Rolldämpfungskoeffizient, B die Schiffsbreite. Ikeda gibt an, daß seine Methode zur Abschätzung von \bar{B}_{44} nur bis zu mittleren Rollwinkeln und für übliche Schiff Formen gültig sei [7, 8]. Hier wird die Zusatzrolldämpfung ($B_F + B_L + B_E + B_{BK}$) bei der Rolleigenperiode und für eine anzugebende Rollamplitude nach Ikedas Programm abgeschätzt.

2.5 Berechnung der erregenden Kräfte

Die KA der ζ -Koordinate des Wasserteilchens in einer regelmäßigen Welle der Laufrichtung μ (0 von hinten, $\pi/2$ von Stb. kommende Welle) ist

$$\hat{\zeta} = \hat{\zeta}_0 \cdot e^{-kz} \cdot e^{-ik(x \cos \mu - y \sin \mu)} \quad (23)$$

Dabei ist $\hat{\zeta}_0$ die KA der Welle am Koordinatenursprung, $k = 2\pi/\lambda$ die Wellenzahl.

Das entsprechende Potential der Tiefwasserwelle ist [1]:

$$\phi = \text{Re}(-ic \cdot \hat{\zeta}_0 \cdot e^{-kz} \cdot e^{-ik(x \cos \mu - y \sin \mu)} \cdot e^{i\omega_e t}) \quad (24)$$

Dabei ist c die Wellengeschwindigkeit. Die KA der ζ -Koordinate des Wasserspiegels ($z = 0$) ist:

$$\hat{\zeta} = \hat{\zeta}_0 \cdot e^{-ik(x \cos \mu - y \sin \mu)} \quad (25)$$

Wird die KA der Welle am Punkt $(x, 0, 0)$ mit $\hat{\zeta}_x$ bezeichnet, folgt daraus der Zusammenhang zwischen $\hat{\zeta}_x$ und $\hat{\zeta}_0$:

$$\hat{\zeta}_x = \hat{\zeta}_0 \cdot e^{-ikx \cos \mu} \quad (26)$$

In (6) besteht die Wellenerregung \hat{e} aus einem Anteil \hat{e}_1 ohne Berücksichtigung der Längskraft und der Längskraft \hat{e}_2 .

\hat{e}_1 wird für eine komplexe Amplitude der erregenden Wellen am Ursprung des (ξ, η, ζ) -Systems von der Größe 1 bestimmt. Dann ist ein Wellental bei $(0, 0, 0)$, wenn $t = 0$ ist. Damit sind die berechneten Ergebnisse Übertragungsfunktionen zwischen Wellen und der jeweiligen Größe. \hat{e}_x sei die KA der Kraft pro Länge für einen zylindrischen Körper (Zylinderachse in x -Richtung): 1. Komponente in y -Richtung, 2. Komponente in z -Richtung, 3. Komponente Moment um die x -Achse. Sie ist proportional zur KA der Welle am Punkt $(x, 0, 0)$, die mit $\hat{\zeta}_x$ bezeichnet wird. Die Kraft setzt sich aus einem Froude-Krilow-Anteil (Index 0) und einem Diffraktionsanteil (Index 7) zusammen. \hat{e}_{x0} und \hat{e}_{x7} sind komplexwertige 3×1 -Matrizen. Sie werden ebenso wie die hydrodynamischen Massen und Dämpfungen (\hat{B}) mit dem Programm YEUNGB berechnet:

$$\hat{e}_x = (\hat{e}_{x0} + \hat{e}_{x7}) \cdot \hat{\zeta}_x \quad (27)$$

Wie in [1,3] erläutert, ist für den Fall eines nicht zylindrischen Körpers mit Fahr- geschwindigkeit v statt \hat{e}_{x7} der Ausdruck

$$\hat{e}_{x7} - \frac{v}{i\omega} \frac{\partial \hat{e}_{x7}}{\partial x}$$

anzusetzen, außer an den Stellen (Hinterkante Totholz, eintauchender Spiegel), an denen sich die Strömung vom Körper ablöst.

\hat{e}_x wird durch Linksmultiplikation mit $\mathbf{V}(x)$ in einen 6-Komponenten-Vektor bezogen auf den Koordinatenursprung umgerechnet. So ergibt sich der aus dieser Betrachtung folgende Anteil der erregenden Kraftamplitude zu

$$\hat{e}_1 = \int_L \mathbf{V}(x) \cdot (\hat{e}_{x0} + \hat{e}_{x7} + \frac{iv}{\omega} \frac{\partial \hat{e}_{x7}}{\partial x}) \cdot e^{-ik(x \cos \mu)} dx \cdot \hat{\zeta}_0 \quad (28)$$

Für die Berechnung der Längsbewegung ξ_0 und für die genauere Berechnung der Stampfbewegung muß aber auch die Längskraft \hat{e}_2 beachtet werden, die von der Welle auf das Schiff ausgeübt wird. Bei genauerer Betrachtung würde man eine von der Längsgeschwindigkeit abhängige Kraft, die sich aus Widerstandskurve, Propellercharakteristik und Motorregelung ergibt, berücksichtigen, sowie die hydrodynamische Masse für Längsbewegung.

Die Untersuchungen von Blume [9] haben gezeigt, daß der Diffraktionsanteil bei der Berechnung der Erregungskraft in x -Richtung vernachlässigbar ist, so daß nur der Froude-Krilow-Anteil der Längskraft auf den Spant und die dadurch verursachten Momente um die y -Achse zu bestimmen sind. Die theoretischen Berechnungen nach der Froude-Krilow-Hypothese und mit Hilfe einer 3-dimensionalen, nach Hess & Smith berechneten Quellverteilung haben gezeigt, daß der Diffraktionsanteil sehr klein ist.

Mit dem Potential der Welle kann der Druckunterschied \hat{p} an einem Punkt in der Welle gegenüber dem glatten Wasser berechnet werden. Statt eines Mittelwerts für p über die Spantfläche wird hier der Wert am Spantschwerpunkt mit den Koordinaten x , $y_x (= 0)$, z_x angesetzt. Für den Spantschwerpunkt ergibt sich der Druck \hat{p} der Gleichung (24) entsprechend zu

$$\hat{p} = -\rho g \cdot e^{-kz_x} \cdot e^{-ikx \cos \mu} \cdot \hat{\zeta}_0 = \alpha \cdot \hat{\zeta}_x \quad (29)$$

mit

$$\alpha = -\rho g \cdot e^{-kz_x}$$

Die Längskraft auf das gesamte Schiff und die dadurch verursachten Momente ergeben sich zu

$$\hat{\mathbf{e}}_2 = \left[\int_L \mathbf{U}_{1x} \cdot \alpha \cdot \frac{dA_x}{dx} \cdot e^{-ikx \cos \mu} \cdot dx + \mathbf{U}_{1xT} \cdot \alpha \cdot A_{xT} \cdot e^{-ikx_T \cos \mu} \right] \cdot \hat{\zeta}_0 \quad (30)$$

mit

$$\mathbf{U}_{1x} = (1, 0, 0, 0, z_x, 0)^T$$

Der Index T (transom) bezeichnet Werte am Spiegel. Der letzte Term in (30) ist nur dann anzusetzen, wenn die Geschwindigkeit v so gering ist, daß der Spiegel benetzt ist.

2.6 Berechnung von Übertragungsfunktionen

Nach den vorstehenden Formeln werden \mathbf{M} , \mathbf{S} , $\hat{\mathbf{B}}$ und $\hat{\mathbf{e}}$ ermittelt. Damit ergibt sich aus der Bewegungsgleichung der Vektor $\hat{\mathbf{u}}$, dessen Komponenten die Übertragungsfunktionen der 6 Bewegungen sind:

$$\hat{\mathbf{u}} = (-\omega_e^2 \cdot \mathbf{M} + \mathbf{S} - \hat{\mathbf{B}})^{-1} \cdot \hat{\mathbf{e}} \quad (31)$$

Die Verlagerung eines gegebenen, schiffsfesten Punktes B mit den Koordinaten x_B, y_B, z_B infolge der Schiffsbewegungen ergibt sich aus $\hat{\mathbf{u}}$ nach (1). Daraus folgt die KA der Bewegung des Punktes zu

$$\hat{\underline{\xi}}_B = \mathbf{W}_B \cdot \hat{\mathbf{u}} \quad (32)$$

mit

$$\mathbf{W}_B = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & z_B & -y_B \\ 0 & 1 & 0 & -z_B & 0 & x_B \\ 0 & 0 & 1 & y_B & -x_B & 0 \end{bmatrix} \quad (33)$$

Dabei bezeichnet $\hat{\underline{\xi}}$ einen Vektor. Damit können auch die Bewegungen des Schiffsschwerpunktes (x_G, y_G, z_G) berechnet werden.

Die Relativbewegung zwischen dem Punkt B und dem Wasserteilchen B ist wesentlich z. B. für die Beurteilung, ob Bodenstöße zu erwarten sind oder ob Wasser an Deck

kommt. Die Relativbewegung wird hier berechnet ohne Berücksichtigung der Wasserspiegelschwankung durch Diffraction und Radiation und ohne Berücksichtigung der Abnahme der Orbitalbewegung mit der Tiefe unter der Wasseroberfläche. Dann ergibt sich

$$\hat{\mathbf{r}} = \hat{\underline{\xi}}_B - \hat{\underline{\xi}}_W \quad (34)$$

mit

$$\hat{\underline{\xi}}_W = \begin{pmatrix} i\omega_e \cos \mu \\ -i\omega_e \sin \mu \\ 1 \end{pmatrix} \cdot e^{-ik(x_B \cos \mu - y_B \sin \mu)} \quad (35)$$

3 Programmsystem und numerische Methode

Die Berechnungen werden mit einer Folge von Fortran 77-Programmen durchgeführt (s. Tab. 1 und Anhang).

Das Programmsystem besteht aus folgenden Teilen:

- YEUNGB (Berechnung von hydrodynamischen Spantkennwerten)
- FLA (Berechnung von geometrischen Spantkennwerten)
- RDM (Berechnung des Zusatzrolldämpfungsmoments)
- BUEF6G (Berechnung der Übertragungsfunktionen)
- YPLOT (Plotten der Übertragungsfunktionen)

Maximalgrößen von Feldern sind in allen Programmen durch Parameter-Anweisung normalerweise genügend definiert. Bei Bedarf können sie leicht geändert werden.

Jedes Quellprogramm steht in einer Datei PROGRAMM-NAME.FOR. Die Eingabedaten für alle Programme (in der Dateien M1.DAT, M3.DAT, M5.DAT und M7.DAT) werden im "*" -Format" eingelesen. D. h. die Daten können in beliebigem Format angegeben sein und müssen jeweils durch ein oder mehrere Leerzeichen und/oder Zeilenvorschübe voneinander getrennt werden. In allen Programmen sind Fehlermeldungen enthalten. Im folgenden bezeichnet das Symbol ">" den Beginn eines neuen Eingabesatzes.

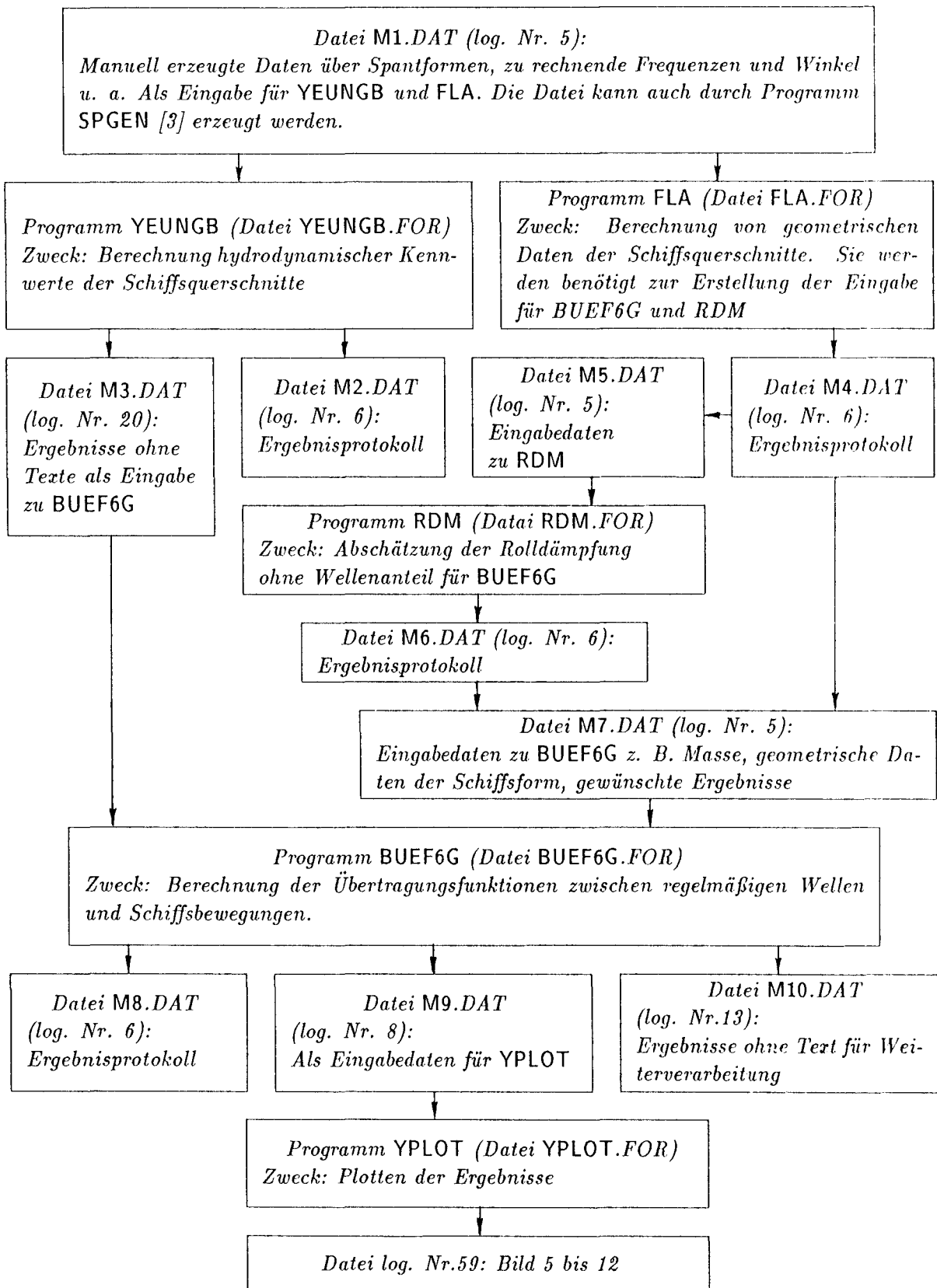
In allen Programmen sind Open-Anweisungen enthalten. Jedes Programm kann daher nach Übersetzen und Linken auf der VAX des IfS durch das folgende Kommando angewendet werden:

```
RUN PROGRAMM-NAME
```

Wie Tab.1 zeigt, stehen die Ausgabedaten der Programme in den Dateien M2.DAT, M3.DAT, M4.DAT, M6.DAT, M8.DAT, M9.DAT und M10.DAT.

Zu jedem dieser Programme existieren gesonderte Beschreibungen:

**Tab. 1: Übersicht über das BUEF6G- Programmsystem
und die dabei benutzten Dateien**



3.1 YEUNGB (Berechnung von hydrodynamischen Spantkennwerten)

YEUNGB dient zur Berechnung hydrodynamischer Kennwerte der Umströmung von zylindrischen Körpern, die an oder in der Nähe einer Flüssigkeitsoberfläche periodische Bewegungen ausführen oder die unbewegt sind und von ebenen Oberflächenwellen der Flüssigkeit angeströmt werden. Die Ergebnisse werden vor allem benutzt zur Bestimmung des Verhaltens schlanker Körper im Seegang (Streifenmethode).

Die Berechnungsmethode ist in [4, 5] beschrieben. Die Strömung wird durch Rankine-Quellen beschrieben, die mit stückweise konstanter Quellstärke auf der Körper- und Wasseroberfläche verteilt sind. Das Programm wurde von Achner erstellt und von Söding [3] und von mir überarbeitet.

Das Programm berechnet hydrodynamische Massen- und Dämpfungsmatrizen und den Vektor der erregenden Kräfte und Momente durch Wellen.

Die Eingabedaten (in der Datei M1.DAT) sind:

> G	Erdbeschleunigung [m/s^2]
RHO	Wasserdichte [t/m^3]
DR	1 oder 0 je nachdem, ob Drücke auf der Körperkontur ausgegeben werden sollen oder nicht
ER	1 oder 0 je nachdem, ob zusätzlich zu den mit erklärenden Texten versehenen Ergebnissen auf der Datei M2.DAT (log. Nr. 6) eine weitere Ergebnisdatei M3.DAT (log. Nr. 20) erzeugt werden soll oder nicht
> Text	Überschrift (max. 80 Zeichen, eingeschlossen in Apostrophe)
NK	Anzahl der Punkte zur Beschreibung der Körperkontur (max. 41)
T	Bezugstiefgang [m]
NK mal:	x -Koordinate (ab Nullpunkt; + nach rechts) und y -Koordinate
NFP	Anzahl von Frequenzparametern (1–15)
NFP mal:	FP in aufsteigender Reihenfolge ($= \omega^2 \cdot T/g$)
NMUE	Anzahl von Begegnungswinkeln zwischen Welle und Zylinderachse (1–10) Für BUEF6G wird die Anzahl : 4 (s. u.)

NMUE mal: MUE (= Begegnungswinkel/ π);
 0 entspricht Wellen, die in Richtung der Zylinderachse laufen;
 0.5 bezeichnet Wellen, die von rechts auf den Querschnitt zu-
 laufen.
 Für das Programm BUEF6G müssen die folgenden Werte von
 Begegnungswinkeln bei symmetrischem Unterwasserschiff an-
 gegeben werden:
 0 0.166667 0.333333 0.5

Die Ergebnisse werden selbsterklärend auf der Datei M2.DAT (log. Nr. 6) ausgegeben. Die Datei M3.DAT (log. Nr. 20) ist für eine maschinelle Weiterverarbeitung der Ergebnisse und als Eingabedatei von BUEF6G vorgesehen.

3.2 FLA (Berechnung von geometrischen Spantkennwerten)

Das Programm berechnet aus denselben Eingangsdaten wie YEUNGB (gelesen als Datei M1.DAT (log. Nr. 5)) die Spantfläche und weitere geometrische Querschnittskennwerte, die zum Teil als Eingabewerte für die folgenden Programme (RDM und BUEF6G) benötigt werden.

Das Programm gibt folgende Ergebnisse auf Datei M4.DAT (log. Nr. 6) aus:

- Daten für das Programm RDM.FOR zur Berechnung des Rolldämpfungsmoments:

N mal:

X,HO,SIG,BX,DX Spantnummer, Verhältnis der halben Breite zum Spanttiefgang, Verhältnis der Spantfläche zur Fläche $BX \cdot DX$, Wasserlinienbreite und Spanttiefgang (s. RDM)

- Daten für das Programm BUEF6G.FOR zur Berechnung der Übertragungsfunktionen:

N mal:

XX,YX,ZX,BX,AX Spantnummer, y -, z -Koordinaten des Spantflächenschwerpunktes, Wasserlinienbreite und Fläche des Spantes

Die Koordinaten beziehen sich auf das in YEUNGB benutzte Koordinatensystem. Die Ergebnisse werden manuell für RDM und BUEF6G weiterverarbeitet.

3.3 RDM (Berechnung des Zusatzrolldämpfungsmoments)

RDM ist eine modifizierte Version eines von Ikeda [7] erstellten Programmes. Gegenüber dem Programm von Ikeda werden lediglich die Ein- und Ausgabe geändert, und die Berechnung wird von Modell- auf Schiffsdaten umgestellt. Die veränderten Anweisungen werden im Programmtext durch "!" gekennzeichnet. Die Rolldämpfungen infolge Wellenbildung und Schräganströmungsauftrieb durch das rollende Schiff sind nicht berücksichtigt, da diese in der Streifenmethode direkt berücksichtigt werden.

Das Programm RDM besteht aus mehreren Unterprogrammen, die die verschiedenen Rolldämpfungsanteile durch Reibung, Wellen, Wirbel, Auftrieb infolge Schräganströmung und der Schlingerkeile bestimmen.

Das Programm RDM erwartet die Eingabedaten auf einer Datei, die der Datei M5.DAT (log. Nr. 5) zugeordnet ist:

> TITLE	Überschrift (max. 80 Zeichen, eingeschlossen in Apostrophe)
> L,B,D	Länge, Breite, Tiefgang des Schiffes [m]
NABLA	Verdrängungsvolumen [m ³]
CB, CM	Blockkoeffizient, Hauptspantvölligkeit
> NUE	Viskosität [m ² /s]
> T, THETA	Rolleigenperiode [s], Rollamplitude [rad]
> N, M	Anzahl der Schiffsquerschnitte (< 25) und Anzahl der Froude-Zahlen (< 100), bei denen die Übertragungsfunktionen zu berechnen sind
N mal:	X, H0, SIG, BX, DX für Spanten:
> X(I)	Spantnummer z. B. 1, 2, bis N
H0(I)	$BX(I)/(2 \cdot DX(I))$
SIG(I)	Spantfläche/($BX(I) \cdot DX(I)$)
BX(I)	Breite (in der Wasserlinie) [m]
DX(I)	Tiefgang [m]

Die Daten X, H0, SIG, BX, DX können aus den Ausgabedaten von FLA benutzt werden.

> BBK	Breite des Schlingerkiels [m]
XBK1, XBK2	x-Koordinate für achteres und vorderes Ende des Schlingerkiels
> OGD	Verhältnis des Abstands des Gewichtsschwerpunktes von der Wasserlinie zum Tiefgang. (+, unter Wasserlinie)

Die Ausgabedaten, die der Datei M6.DAT (log. Nr. 6) zugeordnet sind und als Eingabedaten von BUEF6G benutzt werden, sind M Froude-Zahlen und M entsprechende Zusatzrolldämpfungskoeffizienten B_{44} [kN·m/s].

3.4 BUEF6G (Berechnung der Übertragungsfunktionen)

Das dazu aufgestellte Programm ist das Kernstück dieser Arbeit. Es ist eine Fortentwicklung des von Söding in [2] vorgestellten Verfahrens. Das Programm berechnet für regelmäßige Wellen unter Verwendung der durch YEUNGB berechneten hydrodynamischen Kennwerte die Übertragungsfunktionen für die Schiffsbewegungen und für die Relativbewegung zwischen Wasser und Schiff.

Zur Ersparnis von Rechenzeit und aus programmtechnischen Gründen werden die hydrodynamischen Kennwerte, Masse, Dämpfung und Erregerkraft der Schiffsquerschnitte vorab für eine Reihe von Frequenzen bestimmt. Bei der Berechnung der Übertragungsfunktionen müssen die Kennwerte für andere Frequenzen interpoliert werden. Zur Verbesserung der Genauigkeit wird die Lagrange-Interpolation nicht über ω , sondern über ω^2 (bzw. dem dimensionslosen Frequenzparameter $\omega^2 \cdot T/g$) benutzt.

Integrationen über die Schiffslänge werden numerisch nach der Trapezregel vorgenommen. Terme, die Ableitungen nach x enthalten, werden für jeden Abschnitt zwischen benachbarten Spanten durch einen Differenzquotienten angenähert. Alle Interpolationen über x werden linear zwischen den Berechnungsspannten durchgeführt.

Das Programm besteht aus dem Hauptprogramm BUEF6G, einer Subroutine SIMQ3 zur Auflösung eines linearen Gleichungssystems mit komplexen Koeffizienten und aus einer Serie von Unterprogrammen für komplexe Matrix-Operationen.

Die hydrodynamischen Querschnitts-Kennwerte werden zwischen den exakt berechneten Frequenzen quadratisch interpoliert.

Das Programm benötigt als Eingabe die Dateien:

- M7.DAT (Log. Nr. 5) für einzugebende Daten
- M3.DAT (Log. Nr. 20) für Ergebnisse von YEUNGB

und erzeugt als Ausgabe die Dateien

- M8.DAT (Log. Nr. 6) für Ergebnisse mit erklärendem Text
- M9.DAT (Log. Nr. 8) für Ergebnisse zur Weiterverarbeitung mit YPLOT
- M10.DAT (Log. Nr. 13) für Ergebnisse ohne Text zur Weiterverarbeitung

Die Eingabedatei M7.DAT (log. Nr. 5) muß folgende Daten enthalten:

> TEXT	Überschrift (max. 80 Zeichen, eingeschlossen in Apostrophe)
RHO	Wasserdichte [t/m ³]
G	Erdbeschleunigung [m/s ²]
IMASS	(=0, wenn Massendaten des Schiffsschwerpunktes eingegeben werden; =1, wenn Massendaten für jede Abschnitt eingegeben werden)
ISPIEG	(=1, wenn ein Spiegel am ersten Spant; =0, sonst)
MONO	Anzahl der Frequenzen, fuer die Querschnittsdaten berechnet worden sind

> XLP	Schiffslänge [m]
B	Schiffsbreite [m]
D	Mittlerer Schiffstiefgang [m]
NX	Anzahl der Spanten
NX mal:	
> XX, YX, ZX, BX, AX	Spantnummer, y -, z -Koordinaten des Spantflächenschwerpunktes, Wasserlinienbreite [m] und Fläche des Spantes [m ²]
Falls IMASS=0,	die Daten für ein ganzes Schiff (ein mal Einlesen); sonst für jeden Abschnitt (NX mal Einlesen):
> RMASS	Masse [t]
XG, YG, ZG	Schwerpunktkoordinaten [m]
THXX, THYY, THZZ	Trägheitsmomente [t · m ²]
THXY, THYZ, THXZ	Zentrifugalmomente [t · m ²]
> AW	Wasserlinienfläche [m ²]
XW, YW	x - und y -Koordinaten des Wasserlinienflächenschwerpunkts [m]
GMB, GML	Metazentrische Höhe und längenmetazentrische Höhe [m]
Falls ISPIEG=1:	
> FNS	Froude-Zahl, oberhalb der der Spiegel nicht benetzt ist
> NOM, RLA	Anzahl der regelmäßigen Wellen und Wellenlängen [m], bei denen die Übertragungsfunktionen zu berechnen sind
> NFN	Anzahl der Froude-Zahlen
FNF, B44	Werte der Froude-Zahlen und entsprechende Zusatzrolldämpfungskoeffizienten [kN·m/s], bei denen die Übertragungsfunktionen zu berechnen sind. Die Daten werden durch RDM bestimmt.
> NRE	Anzahl von Punkten, bei denen die Absolut- und die Relativbewegung berechnet werden
XRE, YRE, ZRE	Die x -, y -, z -Koordinaten der Punkte

Die Eingabedatei M3.DAT (log. Nr. 20), die durch YEUNGB erzeugt wurde, enthält folgende Daten:

> OMO	Frequenzen, bei denen Spantkennwerte berechnet sind
CA1	Obere rechte Hälfte der hydrodynamischen Massenmatrix
CE1	Erregungskräfte

Die Ergebnisse werden selbsterklärend auf der Datei M8.DAT (log. Nr. 6) ausgegeben. Sie enthalten zunächst die Textzeile aus den Eingabedaten für das Programm YEUNGB und die Eingabewerte der Datei M7.DAT (log. Nr. 5). Für jede Kombination von Wellenlänge, Froude-Zahl und Begegnungswinkel werden dann die Daten der KA der Übertragungsfunktionen der Bewegungen in 6 Freiheitsgraden am Nullpunkt des schiffsfesten Koordinatensystems und am Schiffsschwerpunkt angegeben. Außerdem werden die Absolut- und Relativbewegungen an den in Datei Nr. 5 angegebenen Punkten angegeben. Der Realteil der KA ist der Wert der Zeitfunktion in dem Moment, zu dem am Koordinatenursprung des ξ - η - ζ -Systems ein Wellental liegt; der Imaginärteil gilt $1/4$ Begegnungsperiode früher. Verschiebungen und Kräfte sind positiv in Richtung der Koordinatenachsen; Drehungen und Momente sind positiv, wenn sie im Sinne einer Rechtsschraube um die Koordinatenrichtungen drehen.

Die Datei M9.DAT (log.Nr. 8) ist für die Weiterverarbeitung mit dem Zeichenprogramm YPLOT vorgesehen. Die Ergebnisse des Programms BUEF6G werden auch ohne erklärende Texte auf der Datei M10.DAT (log. Nr. 13) für eine Weiterverarbeitung gespeichert.

3.5 YPLOT (Plotten der Übertragungsfunktionen)

Das Programm YPLOT dient zum Plotten von 6 Kurvenscharen für die Beträge und Phasen der Übertragungsfunktionen in 6 Freiheitsgraden und auf zwei DIN A4-Seiten (s. Bild 5 bis 12)

In jedem Bild können ein oder mehrere Kurven (für verschiedene Begegnungswinkel) geplottet werden. Die Punkte der Kurven, die gezeichnet werden sollen, werden von der Datei M9.DAT (log. Nr. 8), die von BUEF6G erzeugt wurde, gelesen.

Die erste Linie (Bild-Rahmen) bestimmt den Maßstab, in dem alle Kurven dargestellt werden. Ihre Y-Daten nur für die Beträge werden manchmal manuell erzeugt, weil die Übertragungsfunktionen für die Längs-, Quer-, und Gierbewegung bei kleiner Begegnungsfrequenz $\omega_e \approx 0$ und bei großer Froude-Zahl sehr groß sind (s. Bild 11):

> I	Anzahl der Eckpunkte (mit Ausnahme des Koordinatenursprungs) des Rahmens (3 Eckpunkten für Betrag, 4 Eckpunkten für Phase)
L	Nummer der Kurve (1)
IORNDR	Symbolnummer (1, wie Nummer der Kurve)
LINTYP	Linientyp (0: kein Symbol geplottet)
> X,Y	Koordinatenpaare aller I Eckpunkte des Rahmens (z. B. 0. 2. 4. 2. 4. 0. für Betrag im Bild 5 0. 3.14 4. 3.14 4. - 3.14 0 - 3.14 für Phase im Bild 6)

Für die weiteren Kurven wurden die Daten schon von BUEF6G automatisch erzeugt.
Das Bild kann auf der VAX des IfS durch die folgenden Kommandos gezeichnet werden:

```

RUN YPLOT
PLOT FOR059      Ausgabe auf dem Bildschirm
PLOT/Q FOR059   Ausgabe auf dem Plotter

```

4 Berechnungsergebnisse und Vergleich mit Versuchen

In den Bildern (s. Bild 3 bis 12) sind als Beispiel die Übertragungsfunktionen der Bewegungen in 6 Freiheitsgraden für ein schnelles Containerschiff S-175 angegeben. Zum Vergleich wurden die Berichte [10, 11, 12] verwendet, vom denen auch der Spantrieb (Bild 2) und die Hauptdaten des Schiffes (Tab. 2) entnommen wurden. Die Berichte enthalten in Bild 3 und 4 rechnerische Ergebnisse anderer Autoren nach der konventionellen Streifenmethode (OSM) und Meßwerte. Die Bilder 5 bis 12 zeigen eigene Berechnungsergebnisse.

Die auf den Programmlisten angegebenen Werte haben die Maßeinheiten m, s, t und davon abgeleitete Einheit (z. B. kN für Kräfte, kN·m für Momente, m/s für Geschwindigkeiten). Winkel sind im Bogenmaß angegeben. Alle Eingabedaten für die Programme sind auf den Listen ausgedruckt.

Tab. 2 Hauptdaten des Containerschiffes S-175:

		Schiff	Modell
Schiffslänge	L [m]	175.000	4.500
Breite	B [m]	25.400	0.653
Seitenhöhe	D [m]	15.400	0.396
Tiefgang am vord. Lot	d_f [m]	8.000	0.2057
Tiefgang am hint. Lot	d_a [m]	9.000	0.2314
Hecklastiger Trimm	t [m]	1.000	0.0257
Blockkoeffizient	C_B	0.562	0.562
Verdrängungsvolumen	V [m ³]	21222.0	0.3608
x -Koord. des Schwerpunktes	L_{CB} [m]	3.164	0.0813
Höhe des Massenschwerpunktes	KG [m]	9.39	0.2414
Metazentrische Höhe	GM [m]	1.00	0.0257
Rollperiode	T [s]	18.	2.886
Ruderfläche	A_r [m ²]	26.69	0.01763
Propeller-Durchmesser	D_p [m]	6.500	0.1672
Breite des Schlingerkiels	B_{BK} [m]	0.45	0.0116
Länge des Schlingerkiels	L_{BK} [m]	43.75	1.125

Die Übertragungsfunktionen der Drehungen (Stampf-, Roll-, Gierbewegung) werden durch Winkel/Wellenschläge ($Y4/k$, $Y5/k$, $Y6/k$) dargestellt. Die Ergebnisse der Bilder 5 bis 12 beziehen sich auf den Schiffsschwerpunkt, um sie dem Meßergebnis nach [10], [11] und [12] (nur Zeichen ohne Verbindungslinie in Bild 9 und 11) vergleichen zu können.

Es zeigt sich ein ähnlicher Verlauf der mit BUEF6G und der nach OSM [10] berechneten Ergebnisse. Im Vergleich mit Meßwerten sind die mit BUEF6G erzeugten Ergebnisse besser als die nach OSM [10].

Die Bilder (9 und 11) zeigen, daß die Ergebnisse für Stampfen und für die Längsbewegung (mit Ausnahme von achterlichem Seegang) gut mit Meßwerten übereinstimmen. Für die "unsymmetrischen" Freiheitsgrade (Roll-, Gierbewegung) sind dagegen größere Abweichungen vorhanden. Die Ursache für die noch nicht ausreichend genaue theoretische Vorhersage der unsymmetrischen Bewegung sind wesentlich auf die Nichtberücksichtigung der Zähigkeitseinflüsse in den theoretischen Ansätzen zurückzuführen. Leider fehlen hier Meßwerte fuer die Quer- und Tauchbewegung.

Die Übertragungsfunktionen für die Längs-, Quer- und Gierbewegung haben eine Unendlichkeitsstelle bei den Wellenparametern, für die die Begegnungsfrequenz Null ($\omega_e = 0$) wird, weil für diese Bewegungen keine Rückstellkräfte vorhanden sind. Dort versagt natürlich die Annahme kleiner Bewegungen.

5 Dank

Für seine Geduld und seine wertvollen Hinweise gebührt Prof. Dr.- Ing. Söding mein herzlicher Dank.

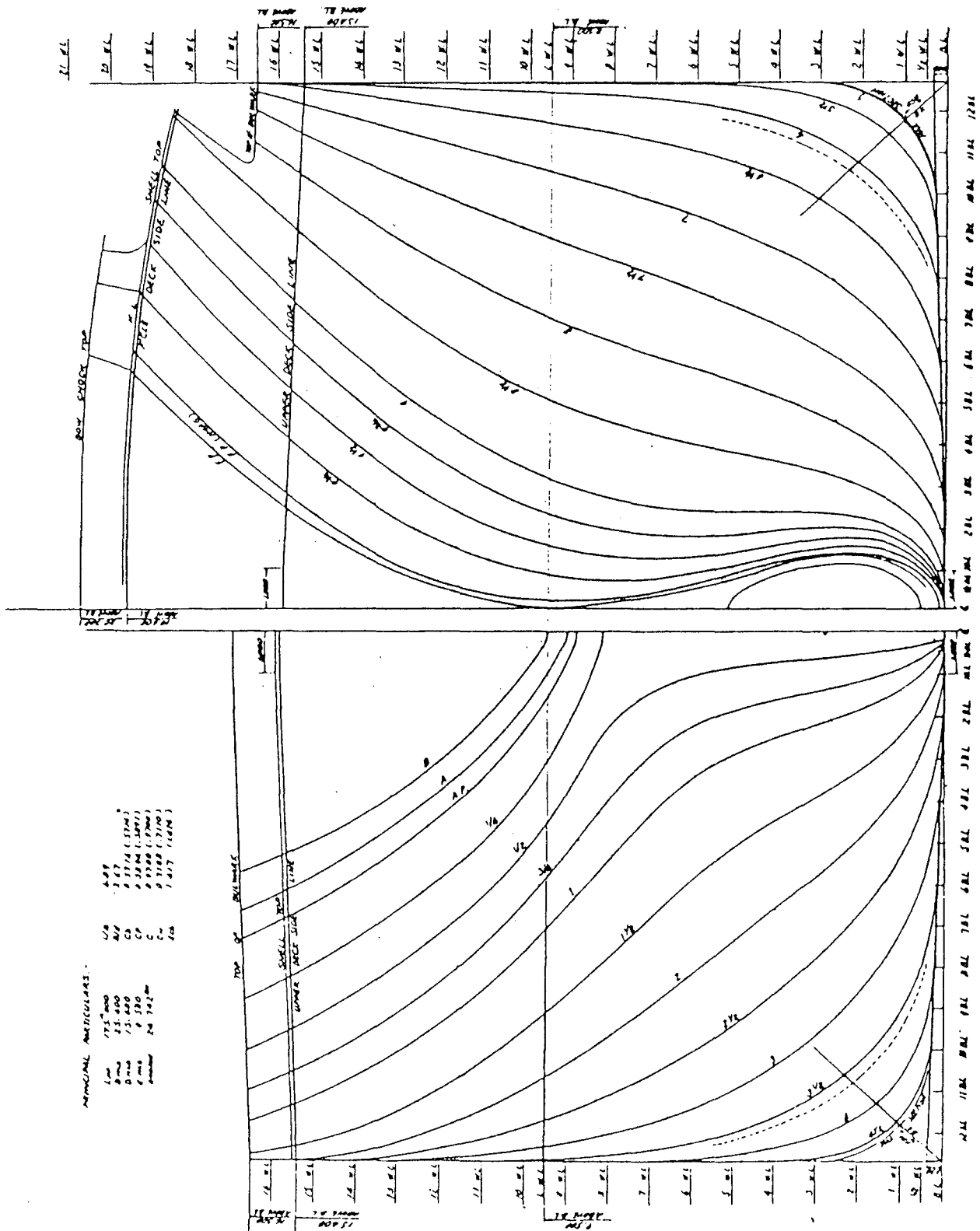
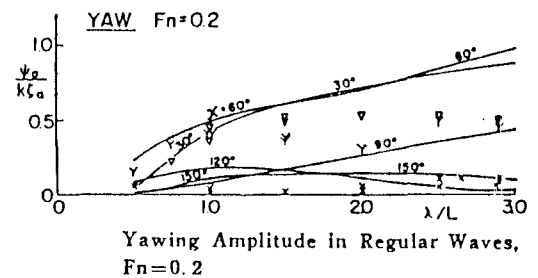
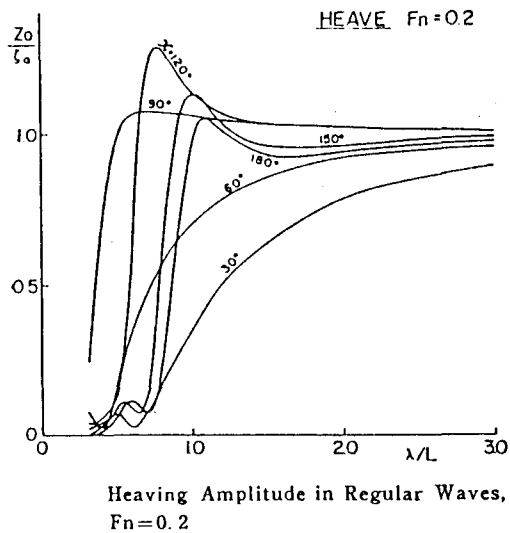
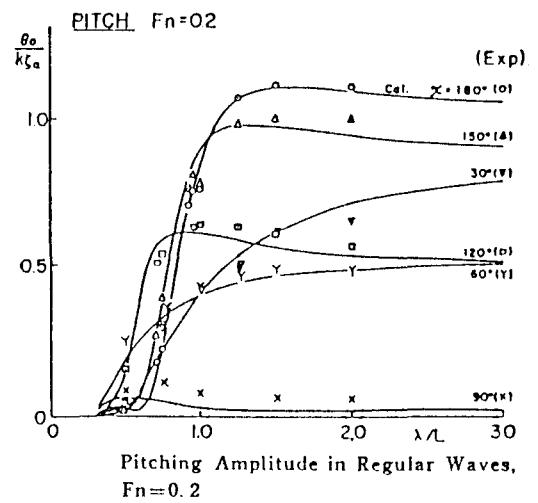
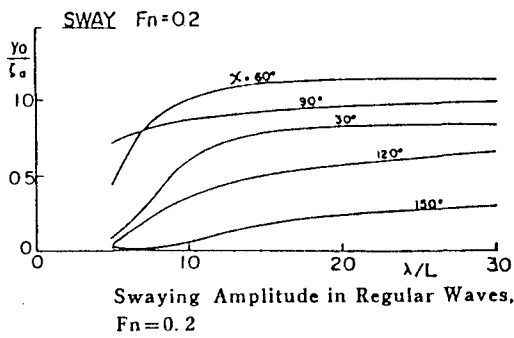
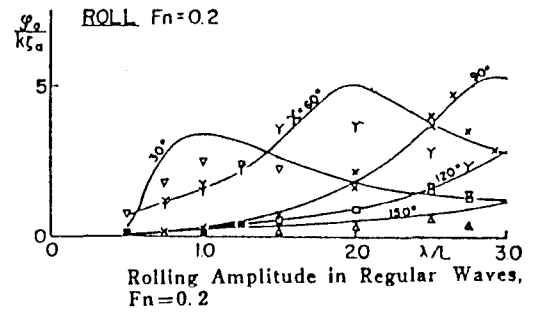
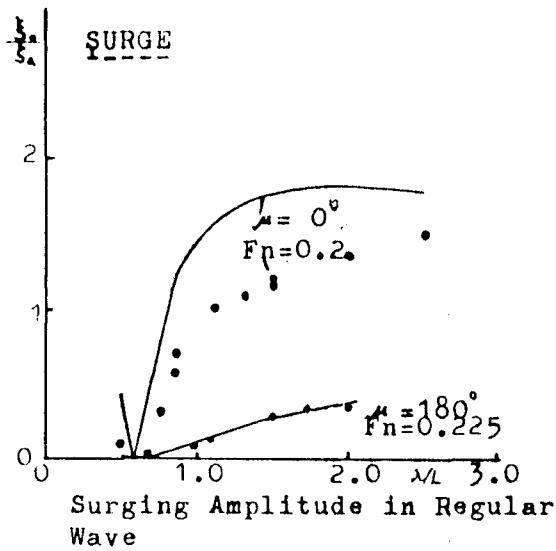


Bild 2. Liniendiagramm des Containerschiffs S-175 [10]

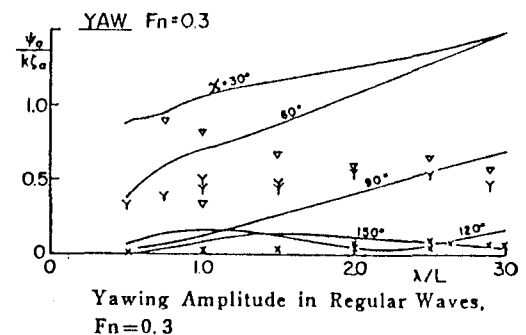
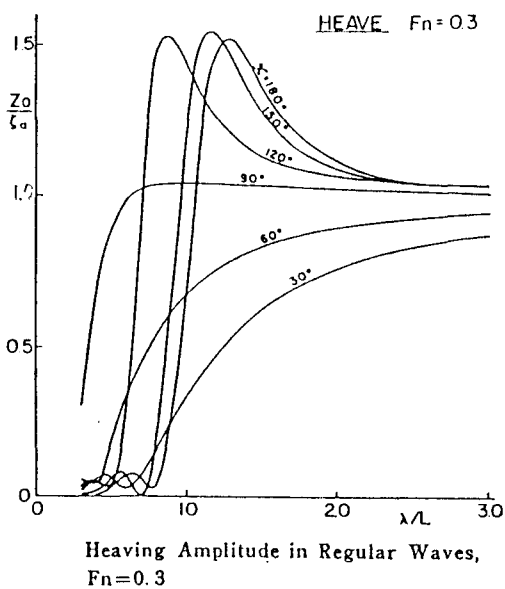
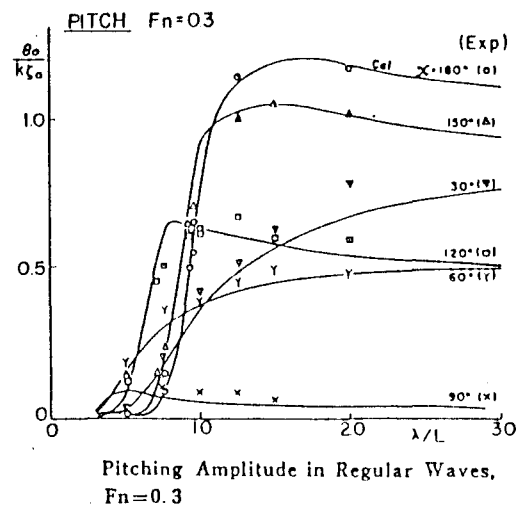
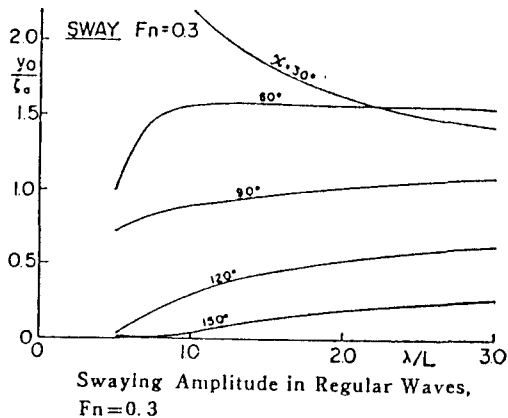
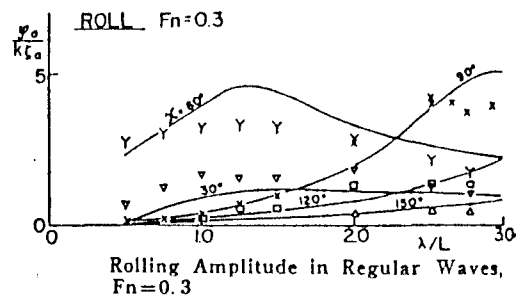
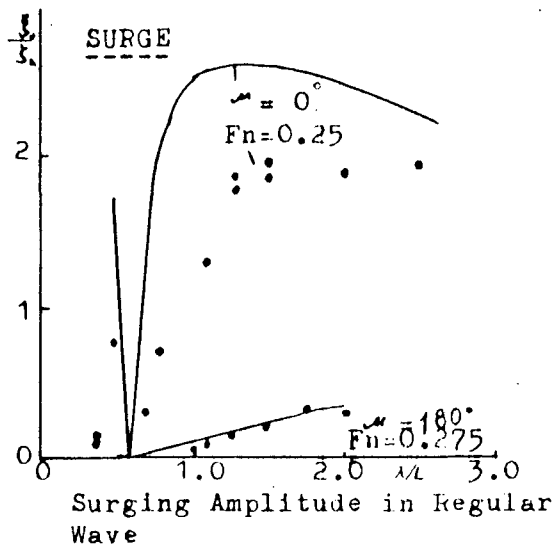


————— Berechnung nach OSM [10, 11, 12]

Meßwerte nach Versuchen [10, 11, 12]:

Begegnungswinkel: • 0°; ▽ 30°; γ 60°; x 90°; ◻ 120°; ▲ 150°; ◊ 180°

Bild 3. Übertragungsfunktion der Schiffsbewegung des Containerschiffs S-175 bei $F_n = 0.2$ [10, 11, 12]



— Berechnung nach OSM [10, 11, 12]

• Meßwerte nach Versuchen [10, 11, 12]:

Begegnungswinkel: • 0° ; ▽ 30° ; γ 60° ; × 90° ; □ 120° ; △ 150° ; ○ 180°

Bild 4. Übertragungsfunktion der Schiffsbewegung des Containerschiffs S-175 bei $F_n = 0.3$ [10, 11, 12]

BETRAG DER UEBERTRAGUNGSFUNKTION DER SCHIFFSBEWEGUNG BZGL. SCHWERPUNKT
CONTAINERSCHIFF S-175 BEI $Fn=0.00$

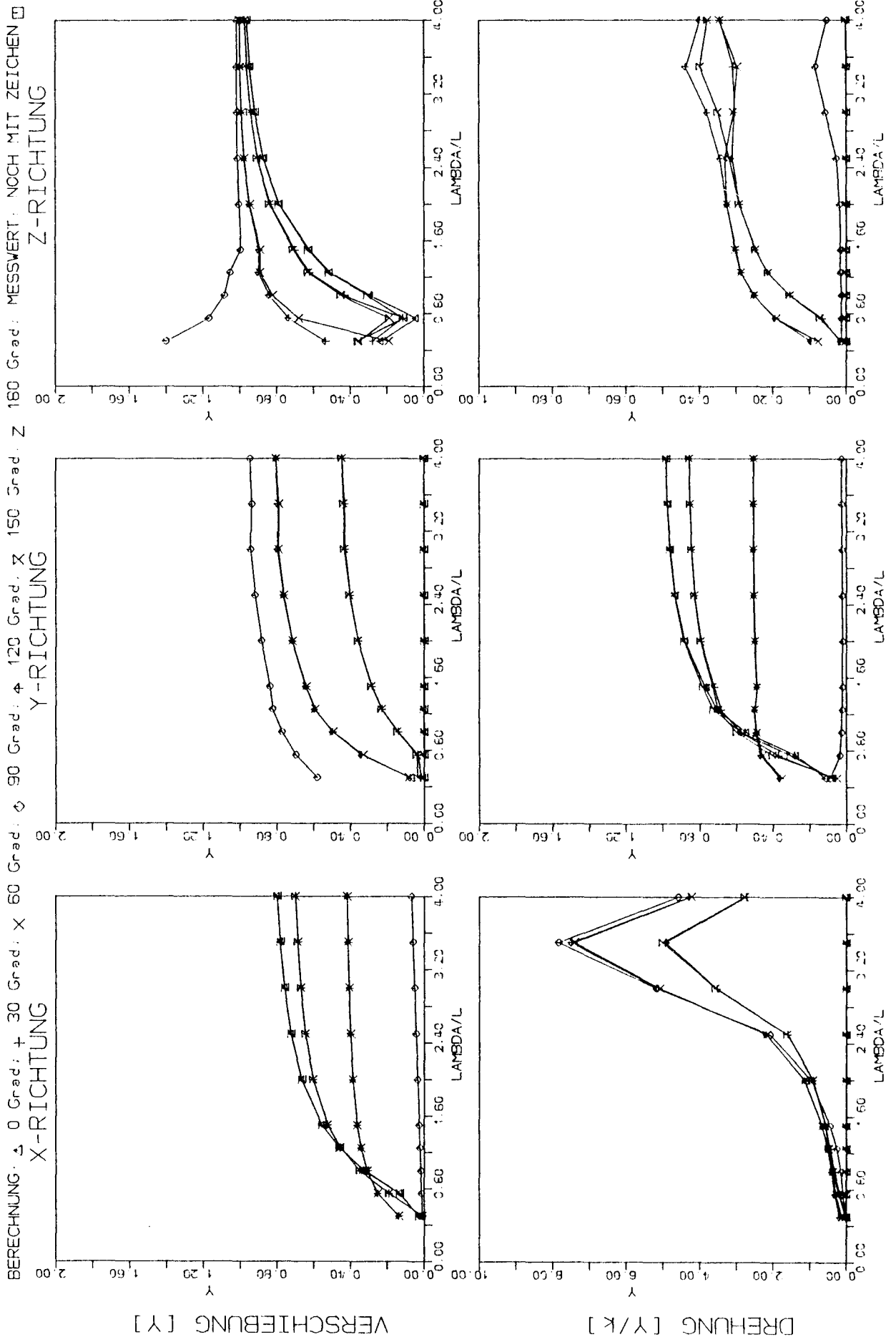


Bild 5. Betrag der Übertragungsfunktion der Schiffsbewegung des Containerschiffs S-175 bei $Fn = 0.0$

PHASE DER UEBERTRAGUNGSFUNKTION DER SCHIFFSBEWEGUNG BZGL. SCHWERPUNKT
CONTAINERSCHIFF S-175 BEI $Fn=0.00$

BERECHNUNG: Δ 0 Grad; \times 30 Grad; \circ 60 Grad; \times 90 Grad; Δ 120 Grad; \times 150 Grad; \circ 180 Grad; MESSWERT: NOCH MIT ZEICHEN \square
Z-RICHTUNG
Y-RICHTUNG
X-RICHTUNG

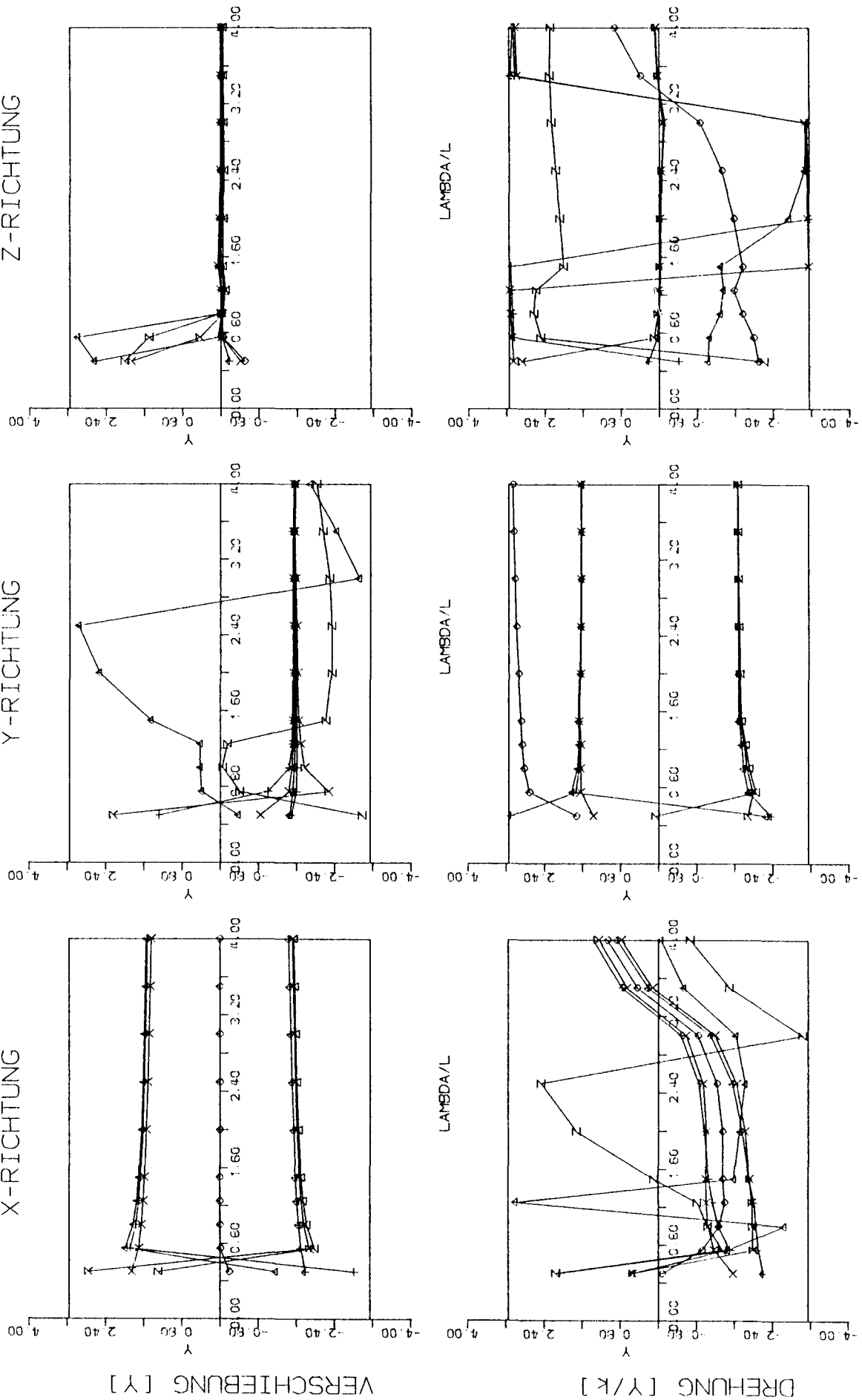


Bild 6. Phase der Übertragungsfunktion der Schiffsbewegung des Containerschiffs S-175 bei $Fn = 0.0$

BETRAG DER UEBERTRAGUNGSFUNKTION DER SCHIFFSBEWEGUNG BZGL. SCHWERPUNKT
CONTAINERSCHIFF S-175 BEI $Fn=0.10$

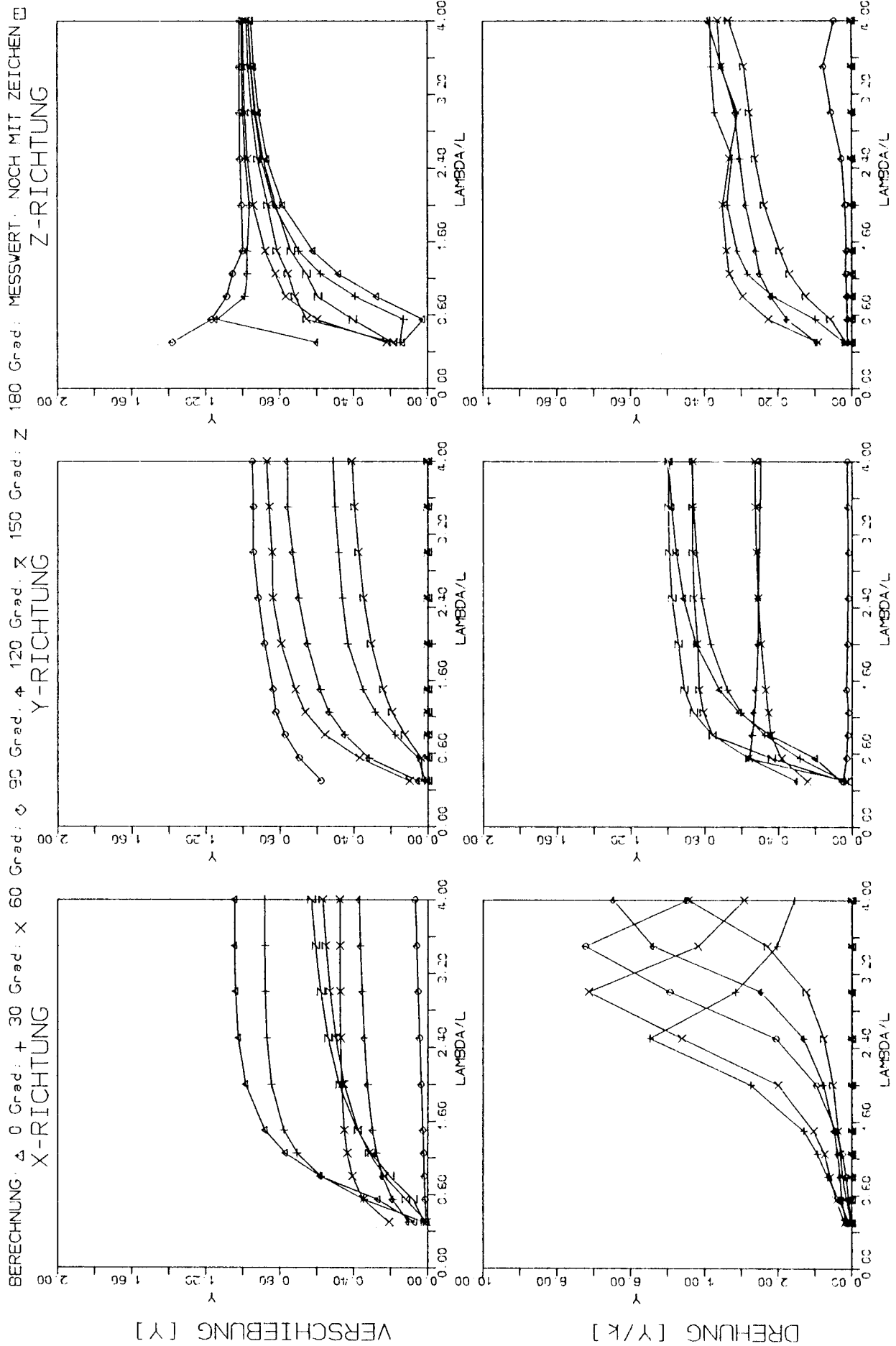


Bild 7. Betrag der Übertragungsfunktion der Schiffsbewegung des Containerschiffs S-175 bei $Fn = 0.1$

PHASE DER UEBERTRAGUNGSFUNKTION DER SCHIFFSBEWEGUNG BZGL. SCHWERPUNKT
CONTAINERSCHIFF S-175 BEI $Fn=0.10$

BERECHNUNG: Δ 0 Grad; \circ 30 Grad; \times 60 Grad; \square 90 Grad; \diamond 120 Grad; \times 150 Grad; \square 180 Grad. MESSWERT: NOCH MIT ZEICHEN \square
Z-RICHTUNG

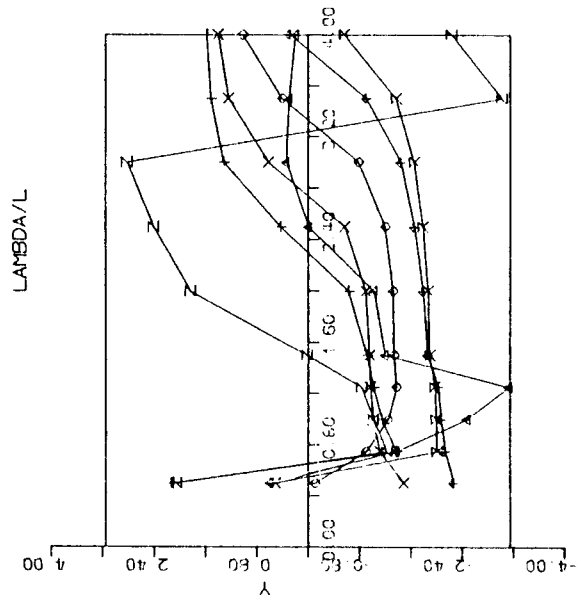
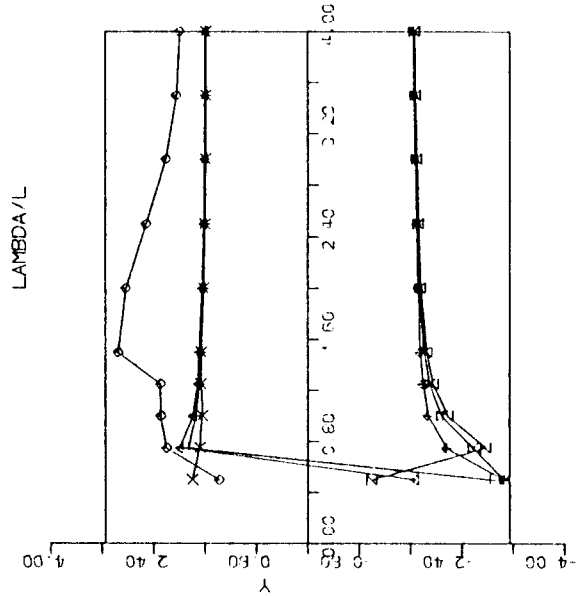
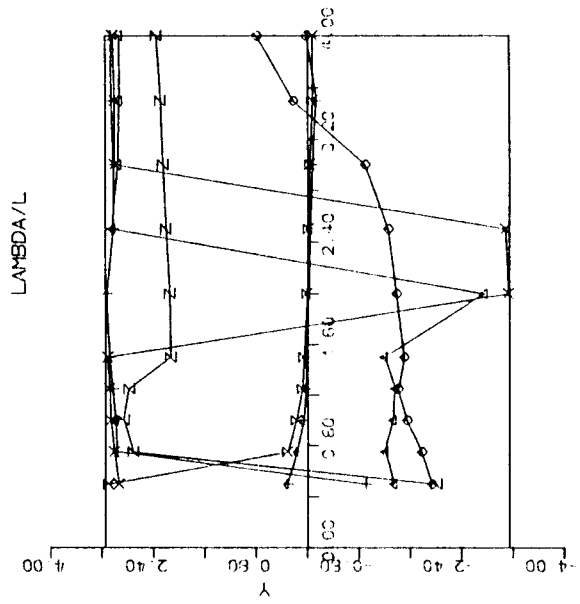
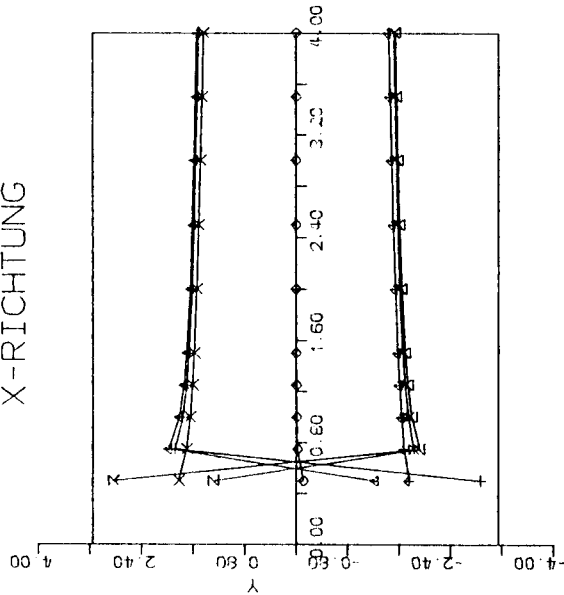
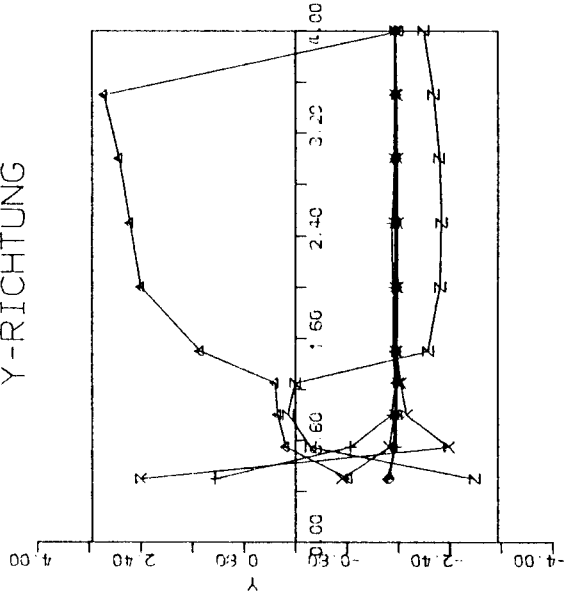
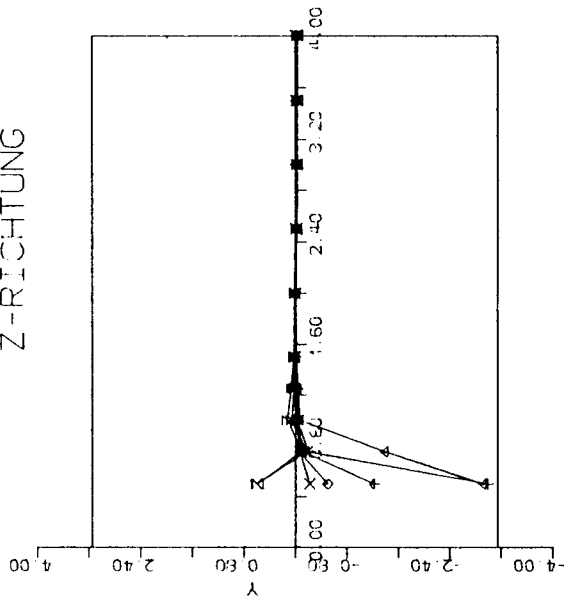


Bild 8. Phase der Übertragungsfunktion der Schiffsbewegung des Containerschiffs S-175 bei $Fn = 0.1$

BETRAG DER UEBERTRAGUNGSFUNKTION DER SCHIFFSBEWEGUNG BZGL. SCHWERPUNKT
CONTAINERSCHIFF S-175 BEI $Fn=0.20$

BERECHNUNG: Δ 0 Grad, \times 30 Grad, \circ 60 Grad, \square 90 Grad, \diamond 120 Grad, \times 150 Grad, \times 180 Grad. Z 180 Grad. NOCH MIT ZEICHEN \square

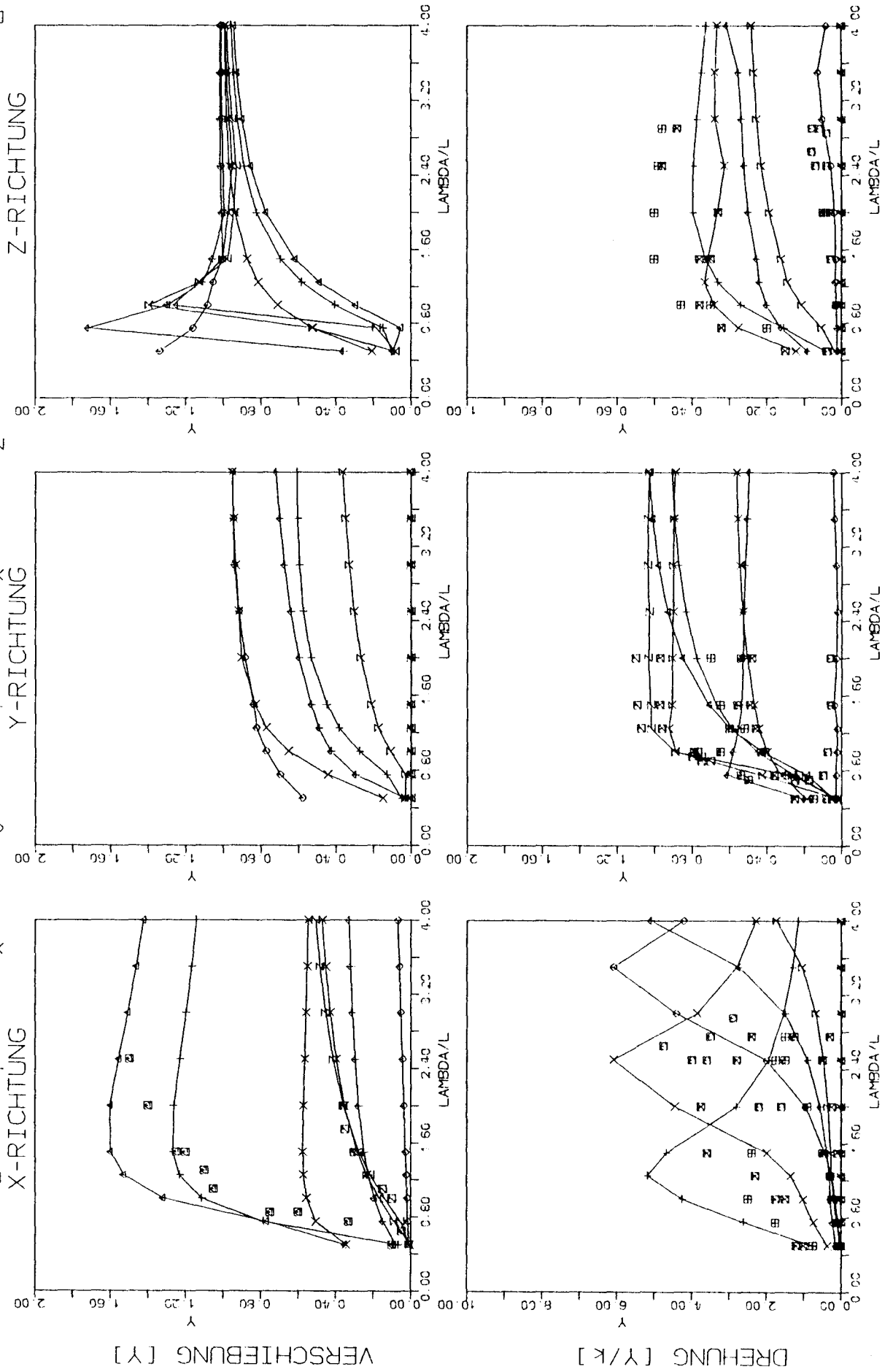


Bild 9. Betrag der Übertragungsfunktion der Schiffsbewegung des Containerschiffs S-175 bei $Fn = 0.2$

PHASE DER UEBERTRAGUNGSKURVE DER SCHIFFSBEWEGUNG BZGL. SCHWERPUNKT
CONTAINERSCHIFF S-175 BEI $Fn=0.20$

BERECHNUNG: Δ 0 Grad, \times 30 Grad, \circ 60 Grad, \diamond 90 Grad, \square 120 Grad, \star 150 Grad, ∇ 180 Grad. Z: MESSWERT; NOCH MIT ZEICHEN \square Z-RICHTUNG
Y-RICHTUNG
X-RICHTUNG

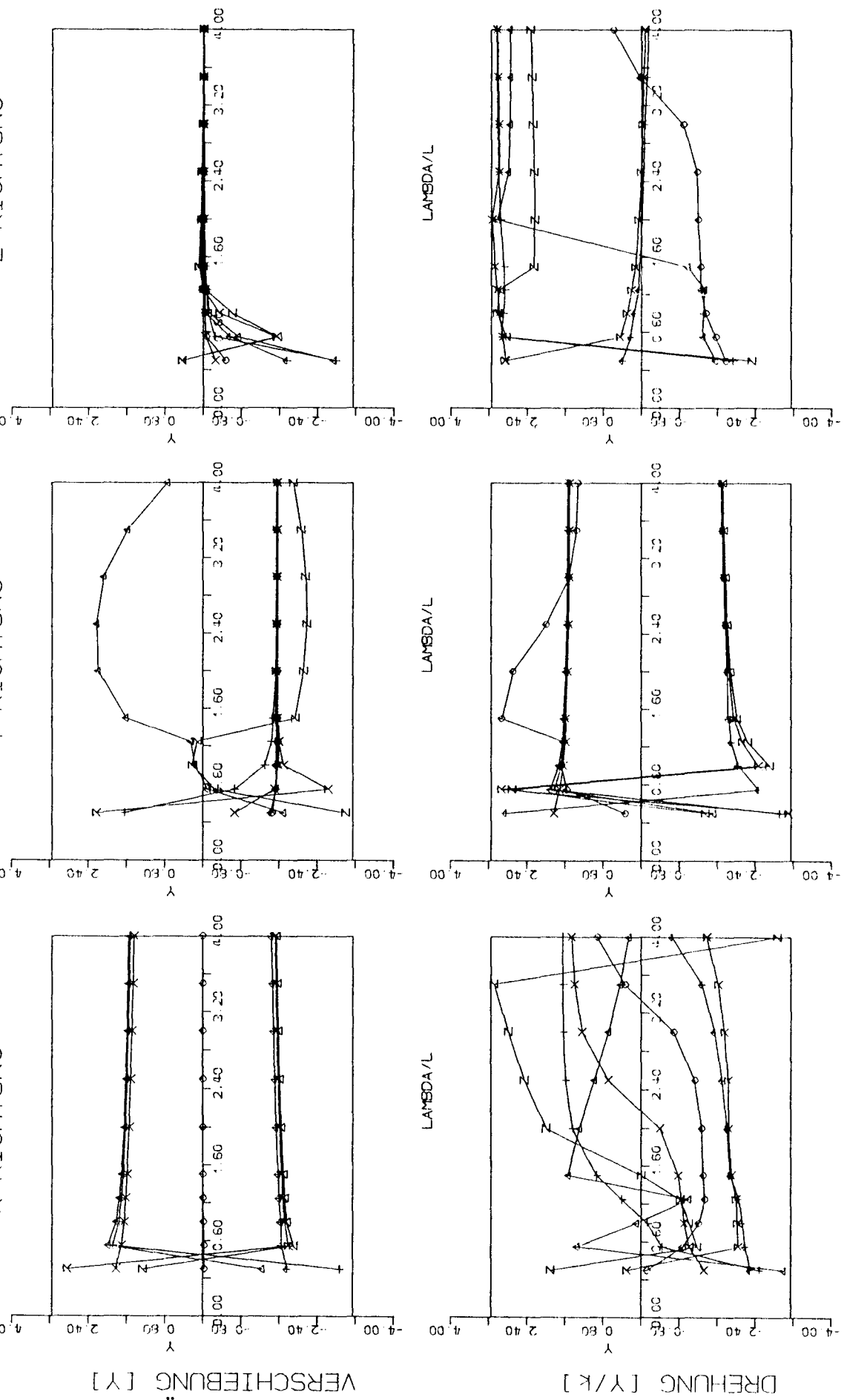


Bild 10. Phase der Übertragungsfunktion der Schiffsbewegung des Containerschiffs S-175 bei $Fn = 0.2$

BETRAG DER UEBERTRAGUNGSFUNKTION DER SCHIFFSBEWEGUNG BZGL. SCHWERPUNKT
CONTAINERSCHIFF S-175 BEI $Fn=0.30$

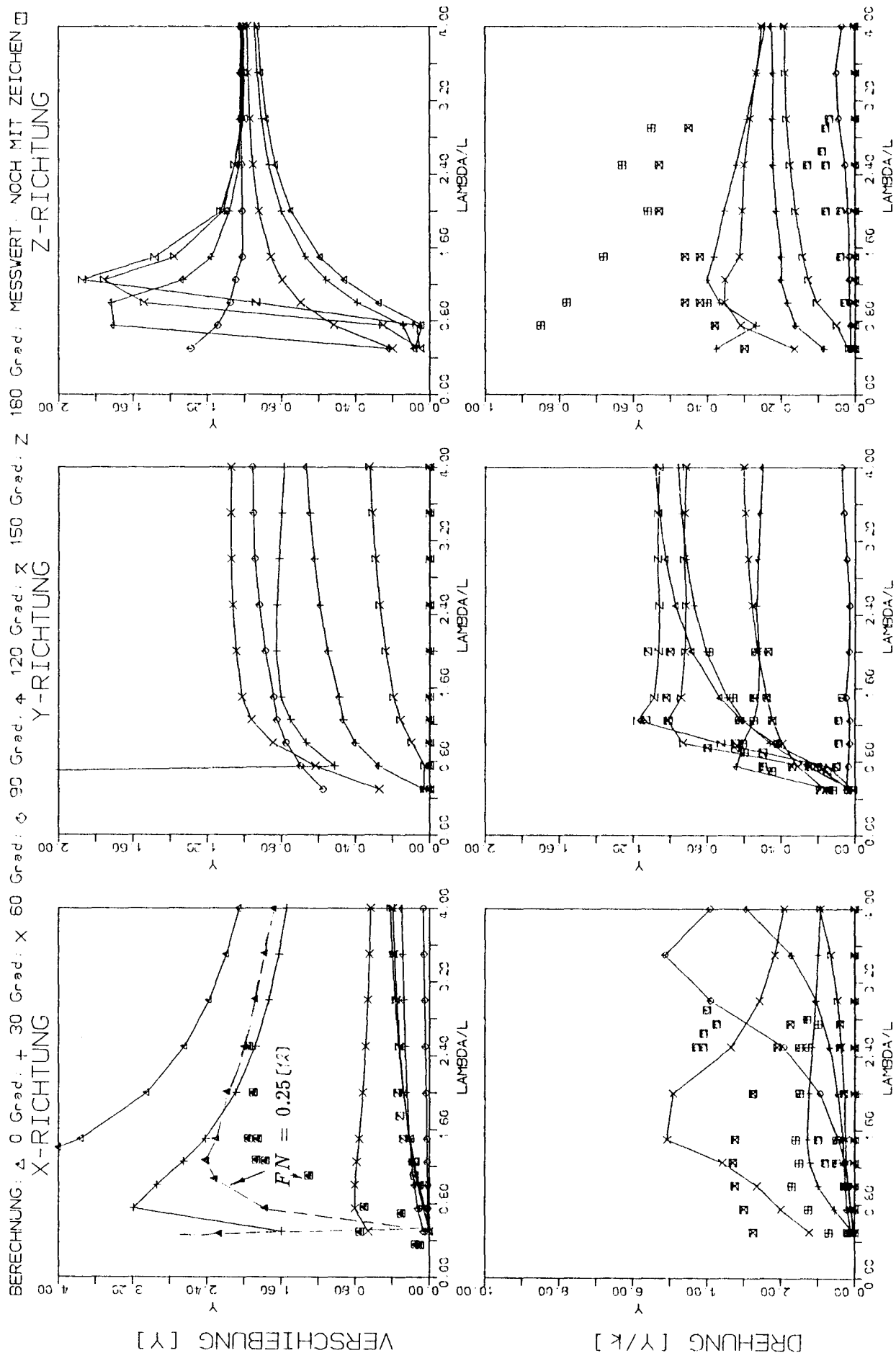


Bild 11. Betrag der Übertragungsfunktion der Schiffsbewegung des Containerschiffs S-175 bei $Fn = 0.3$

PHASE DER UEBERTRAGUNGSFUNKTION DER SCHIFFSBEWEGUNG BZGL. SCHWERPUNKT

CONTAINERSCHIFF S-175 BEI $Fn=0.30$

BERECHNUNG: Δ 0 Grad, \times 30 Grad, \diamond 60 Grad, \square 90 Grad, ∇ 120 Grad, \star 150 Grad, \circ 180 Grad. MESSWERT. NOCH MIT ZEICHEN \square Z-RICHTUNG
 Δ X-RICHTUNG
 ∇ Y-RICHTUNG

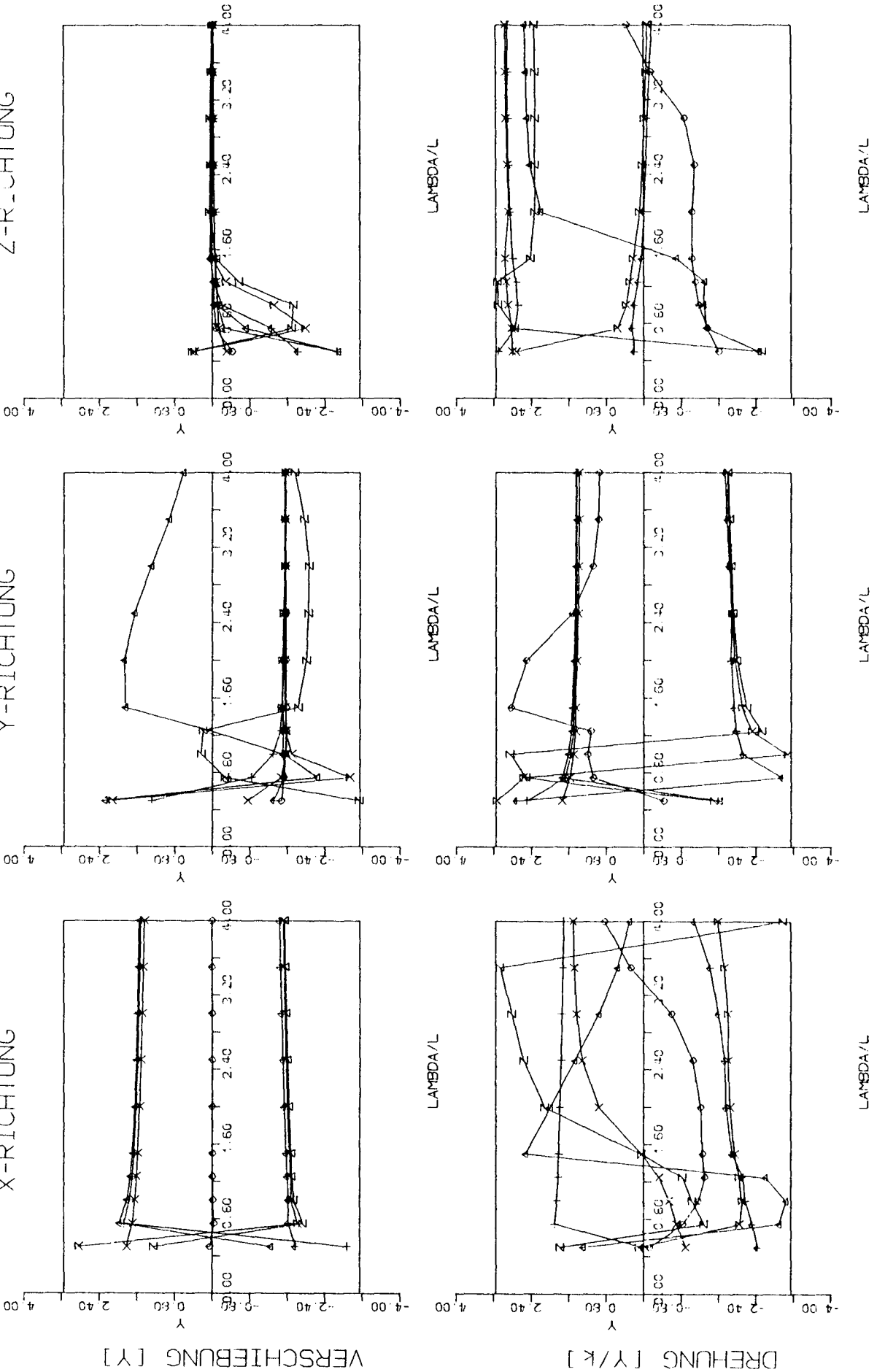


Bild 12. Phase der Übertragungsfunktion der Schiffsbewegung des Containerschiffs S-175 bei $Fn = 0.3$

6 Literaturverzeichnis

1. Söding, H.: "*Bewegungen und Belastungen der Schiffe im Seegang*", Vorlesungsmanuskript Nr. 18, Sept. 1982
2. Söding, H.: "*Berechnung von Bewegungen, Relativbewegungen und Belastungen eines Katamarans im Seegang*", März 1982
3. Söding, H.: "*Berechnung der Bewegungen und Belastungen von SWATH-Schiffen und Katamaranen im Seegang*", Nov. 1987
4. Bai, K.J.; Yeung, R.W.: "*Numerical Solutions to Free-Surface Flow Problems*", 10-th ONR. 1974
5. Yeung, R.W.: "*A Singularity Distribution Method for Free-Surface Flow Problems with an Oscillating Body*", Report No. NA 73-6, Contract No. 0014-69-a-0200-1023 NR. 062181, August 1973
6. Blume, P.: "*Experimentelle Bestimmung von Koeffizienten der wirksamen Rolldämpfung und ihre Anwendung zur Abschätzung extremer Rollwinkel*", Schiffstechnik, Bd. 26, 1979
7. Ikeda, Y.: "*A Prediction Method for Ship Roll Damping*", Report of Department of Naval Architecture, University of Osaka Prefecture, No. 00405, Dec. 1978
8. Zhou, Y.: "*Die Berechnung der Rolldämpfung von Schiffen*", IfS-Bericht Nr.474, März 1987
9. Blume, P.: "*Zur Frage der erregenden Längskraft in von achtern kommenden regelmäßigen Wellen*", IfS-Bericht 334, 1976
10. Takaishi, Yoshifumi: "*On the Motions of a High-Speed Container Ship with a Single Screw in Oblique Waves*", Jour. Soc. of the Naval Archi. Japan, No.129
11. Tasai, Fukuzo: "*A Study on the Seakeeping Qualities of High Speed Single Screw Container Ships in Head Waves*", Jour. of the Naval Architects of West Japan, Vol. 41
12. Nakamura, Naito: "*Propulsive Performance of a Container Ship in Waves*", Jour. of the Kansai Soc. of Naval Archi. Japan, No. 158, 159, 162

7 Anhang 1 : Beispiele für Eingabe- und Ausgabedaten

- 7.1 Beispiel für Eingabedaten M1.DAT (log. Nr. 5) des Programms YEUNGB und des Programms FLA**
- 7.2 Beispiel für das Ergebnisprotokoll M2.DAT (log. Nr. 6) des Programms YEUNGB**
- 7.3 Beispiel für Ausgabedaten M3.DAT (log. Nr. 20) des Programms YEUNGB**
- 7.4 Beispiel für das Ergebnisprotokoll M4.DAT (log. Nr. 6) des Programms FLA**
- 7.5 Beispiel für Eingabedaten M5.DAT (log. Nr. 6) des Programms RDM**
- 7.6 Beispiel für das Ergebnisprotokoll M6.DAT (log. Nr. 6) des Programms RDM**
- 7.7 Beispiel für Eingabedaten M7.DAT (log. Nr. 5) des Programms BUEF6G**
- 7.8 Beispiel für das Ergebnisprotokoll M8.DAT (log. Nr. 6) des Programms BUEF6G**
- 7.9 Beispiel für Eingabedaten M9.DAT (log. Nr. 8) des Programms YPLOT**
- 7.10 Beispiel für Weiterverarbeitungsdaten M10.DAT (log. Nr. 13) des Programms BUEF6G**

7.1 Beispiel für Eingabedaten M1.DAT (log. Nr. 5) des Programms YEUNGB und des Programms FLA

```

9.81 1.025 0 1
' S175 SPANT= 0.000000E+00 X= -87.50000 '
9 0.199
-0.558 0.000 -0.419 0.129 -0.279 0.185 -0.140 0.199
0.000 0.199 0.140 0.199 0.279 0.185 0.419 0.129
0.558 0.000
10 8.0949796E-04 3.2379918E-03 7.2854813E-03 1.2951967E-02
2.0237448E-02 4.5534257E-02 8.0949791E-02 0.1821370 0.3237992
0.505936
4 0.000000 0.166667 0.333333 0.500000
' S175 SPANT= 0.500000 X= -78.75000 '
25 8.950
-3.629 0.000 -2.791 0.568 -2.093 1.126 -1.535 1.825
-1.256 2.524 -0.977 3.362 -0.837 4.340 -0.698 5.318
-0.628 6.156 -0.558 6.854 -0.419 7.693 -0.279 8.391
0.000 8.950 0.279 8.391 0.419 7.693 0.558 6.854
0.628 6.156 0.698 5.318 0.837 4.340 0.977 3.362
1.256 2.524 1.535 1.825 2.093 1.126 2.791 0.568
3.629 0.000
10 3.6493372E-02 0.1459735 0.3284404 0.5838940
0.9123343 2.052752 3.649337 8.211008 14.59735
22.80836
4 0.000000 0.166667 0.333333 0.500000
' S175 SPANT= 1.000000 X= -70.00000 '
23 8.900
-6.420 0.000 -5.582 0.797 -4.745 1.496 -3.908 2.362
-3.210 3.312 -2.791 4.192 -2.442 5.128 -2.093 6.246
-1.675 7.335 -1.116 8.201 -0.558 8.732 0.000 8.900
0.558 8.732 1.116 8.201 1.675 7.335 2.093 6.246
2.442 5.128 2.791 4.192 3.210 3.312 3.908 2.362
4.745 1.496 5.582 0.797 6.420 0.000
10 3.6289498E-02 0.1451580 0.3266055 0.5806320
0.9072374 2.041284 3.628950 8.165137 14.51580
22.68093
4 0.000000 0.166667 0.333333 0.500000
' S175 SPANT= 1.500000 X= -61.25000 '
15 8.850
-8.513 0.000 -7.257 1.446 -5.862 2.885 -4.745 4.379
-3.768 6.056 -2.791 7.453 -1.535 8.459 0.000 8.850
1.535 8.459 2.791 7.453 3.768 6.056 4.745 4.379
5.862 2.885 7.257 1.446 8.513 0.000
10 3.6085628E-02 0.1443425 0.3247707 0.5773700
0.9021407 2.029816 3.608563 8.119266 14.43425
22.55352
4 0.000000 0.166667 0.333333 0.500000
' S175 SPANT= 2.000000 X= -52.50000 '
23 8.800
-10.230 0.000 -9.490 1.088 -8.653 2.206 -7.815 3.254
-6.978 4.287 -6.141 5.349 -5.303 6.383 -4.326 7.333
-3.210 8.101 -1.954 8.563 -0.977 8.800 0.000 8.800
0.977 8.800 1.954 8.563 3.210 8.101 4.326 7.333
5.303 6.383 6.141 5.349 6.978 4.287 7.815 3.254
8.653 2.206 9.490 1.088 10.230 0.000
10 3.5881754E-02 0.1435270 0.3229358 0.5741081
0.8970438 2.018349 3.588175 8.073395 14.35270
22.42609
4 0.000000 0.166667 0.333333 0.500000
' S175 SPANT= 2.500000 X= -43.75000 '
15 8.750
-11.444 0.000 -10.467 2.044 -9.071 4.140 -7.676 5.816
-6.001 7.353 -3.908 8.331 -2.093 8.750 0.000 8.750

```

2.093	8.750	3.908	8.331	6.001	7.353	7.676	5.816
9.071	4.140	10.467	2.044	11.444	0.000		
	10	3.5677880E-02	0.1427115		0.3211009		0.5708461
0.8919470		2.006881	3.567788		8.027523		14.27115
22.29867							
4	0.000000	0.166667	0.333333	0.500000			
'	S175	SPANT=	3.000000	X= -35.00000			
21	8.700						
-12.212	0.000	-11.863	1.477	-11.304	3.000	-10.467	4.579
-9.351	6.004	-7.955	7.177	-6.420	8.001	-4.745	8.449
-3.070	8.630	-1.396	8.700	0.000	8.700	1.396	8.700
3.070	8.630	4.745	8.449	6.420	8.001	7.955	7.177
9.351	6.004	10.467	4.579	11.304	3.000	11.863	1.477
12.212	0.000						
	10	3.5474006E-02	0.1418960		0.3192661		0.5675841
0.8868501		1.995413	3.547400		7.981650		14.18960
22.17125							
4	0.000000	0.166667	0.333333	0.500000			
'	S175	SPANT=	3.500000	X= -26.25000			
19	8.650						
-12.560	0.000	-12.351	2.224	-11.863	4.040	-10.886	5.856
-9.490	7.393	-7.397	8.231	-5.024	8.510	-3.070	8.580
-1.396	8.650	0.000	8.650	1.396	8.650	3.070	8.580
5.024	8.510	7.397	8.231	9.490	7.393	10.886	5.856
11.863	4.040	12.351	2.224	12.560	0.000		
	10	3.5270132E-02	0.1410805		0.3174312		0.5643221
0.8817533		1.983945	3.527013		7.935779		14.10805
22.04383							
4	0.000000	0.166667	0.333333	0.500000			
'	S175	SPANT=	4.000000	X= -17.50000			
21	8.600						
-12.700	0.000	-12.700	1.894	-12.560	3.571	-12.002	5.415
-11.304	6.993	-9.769	8.027	-7.955	8.335	-6.141	7.734
-2.652	8.460	-2.093	8.600	0.000	8.600	2.093	8.600
2.652	8.460	6.141	7.734	7.955	8.335	9.769	8.027
11.304	6.993	12.002	5.415	12.560	3.571	12.700	1.894
12.700	0.000						
	10	3.5066262E-02	0.1402650		0.3155963		0.5610602
0.8766565		1.972477	3.506626		7.889908		14.02650
21.91641							
4	0.000000	0.166667	0.333333	0.500000			
'	S175	SPANT=	4.500000	X= -8.750000			
23	8.550						
-12.700	0.000	-12.700	1.844	-12.700	3.521	-12.630	5.197
-12.351	6.454	-11.444	7.572	-10.397	8.131	-8.374	8.271
-6.001	8.410	-3.908	8.480	-2.093	8.550	0.000	8.550
2.093	8.550	3.908	8.480	6.001	8.410	8.374	8.271
10.397	8.131	11.444	7.572	12.351	6.454	12.630	5.197
12.700	3.521	12.700	1.844	12.700	0.000		
	10	3.4862388E-02	0.1394496		0.3137615		0.5577982
0.8715596		1.961009	3.486238		7.844037		13.94495
21.78899							
4	0.000000	0.166667	0.333333	0.500000			
'	S175	SPANT=	5.000000	X= 0.0000000E+00			
23	8.500						
-12.700	0.000	-12.700	1.794	-12.700	3.610	-12.700	5.426
-12.142	7.103	-10.746	8.081	-8.932	8.221	-6.978	8.318
-5.024	8.360	-3.489	8.388	-1.814	8.500	0.000	8.500
1.814	8.500	3.489	8.388	5.024	8.360	6.978	8.318
8.932	8.221	10.746	8.081	12.142	7.103	12.700	5.426
12.700	3.610	12.700	1.794	12.700	0.000		

```

10 3.4658514E-02 0.1386341 0.3119266 0.5545362
0.8664628 1.949541 3.465851 7.798165 13.86340
21.66157
4 0.000000 0.166667 0.333333 0.500000
' S175 SPANT= 5.500000 X= 8.750000 '
21 8.450
-12.700 0.000 -12.700 1.744 -12.630 3.281 -12.351 4.957
-11.723 6.494 -10.467 7.751 -8.932 8.171 -6.978 8.240
-4.885 8.310 -2.373 8.422 0.000 8.450 2.373 8.422
4.885 8.310 6.978 8.240 8.932 8.171 10.467 7.751
11.723 6.494 12.351 4.957 12.630 3.281 12.700 1.744
12.700 0.000
10 3.4454640E-02 0.1378186 0.3100917 0.5512742
0.8613659 1.938073 3.445464 7.752293 13.78185
21.53415
4 0.000000 0.166667 0.333333 0.500000
' S175 SPANT= 6.000000 X= 17.50000 '
21 8.400
-12.351 0.000 -12.142 1.974 -11.863 3.790 -11.165 5.578
-9.909 7.143 -8.374 7.981 -6.559 8.218 -4.745 8.260
-3.070 8.330 -1.396 8.400 0.000 8.400 1.396 8.400
3.070 8.330 4.745 8.260 6.559 8.218 8.374 7.981
9.909 7.143 11.165 5.578 11.863 3.790 12.142 1.974
12.351 0.000
10 3.4250762E-02 0.1370030 0.3082569 0.5480122
0.8562691 1.926605 3.425076 7.706421 13.70030
21.40672
4 0.000000 0.166667 0.333333 0.500000
' S175 SPANT= 6.500000 X= 26.25000 '
17 8.350
-11.444 0.000 -11.025 1.924 -10.495 3.740 -9.630 5.556
-8.374 6.953 -6.978 7.791 -4.885 8.210 -2.373 8.322
0.000 8.350 2.373 8.322 4.885 8.210 6.978 7.791
8.374 6.953 9.630 5.556 10.495 3.740 11.025 1.924
11.444 0.000
10 3.4046896E-02 0.1361876 0.3064220 0.5447503
0.8511723 1.915138 3.404689 7.660550 13.61876
21.27931
4 0.000000 0.166667 0.333333 0.500000
' S175 SPANT= 7.000000 X= 35.00000 '
19 8.300
-10.188 0.000 -9.630 1.594 -9.071 3.201 -6.978 4.779
-7.397 6.204 -6.141 7.392 -4.605 8.132 -3.070 8.230
-1.396 8.300 0.000 8.300 1.396 8.300 3.070 8.230
4.605 8.132 6.141 7.392 7.397 6.204 6.978 4.779
9.071 3.201 9.630 1.594 10.188 0.000
10 3.3843018E-02 0.1353721 0.3045872 0.5414883
0.8460754 1.903670 3.384302 7.614679 13.53721
21.15188
4 0.000000 0.166667 0.333333 0.500000
' S175 SPANT= 7.500000 X= 43.75000 '
17 8.250
-8.374 0.000 -7.676 1.963 -7.118 3.500 -6.280 5.176
-5.443 6.434 -4.466 7.412 -3.349 7.971 -1.675 8.250
0.000 8.250 1.675 8.250 3.349 7.971 4.466 7.412
5.443 6.434 6.280 5.176 7.118 3.500 7.676 1.963
8.374 0.000
10 3.3639144E-02 0.1345566 0.3027523 0.5382263
0.8409786 1.892202 3.363914 7.568807 13.45566
21.02446
4 0.000000 0.166667 0.333333 0.500000

```

```

'   S175   SPANT=   8.000000   X= 52.50000   '
19 8.200
-6.462  0.000  -6.001  1.494  -5.555  2.891  -5.024  4.288
-4.438  5.685  -3.768  6.775  -2.791  7.641  -1.954  8.060
-0.977  8.200  0.000  8.200  0.977  8.200  1.954  8.060
 2.791  7.641  3.768  6.775  4.438  5.685  5.024  4.288
 5.555  2.891  6.001  1.494  6.462  0.000
      10  3.3435270E-02  0.1337411  0.3009174  0.5349643
0.8358817  1.880734  3.343527  7.522935  13.37411
20.89704
4 0.000000  0.166667  0.333333  0.500000
'   S175   SPANT=   8.500000   X= 61.25000   '
15 8.150
-4.466  0.000  -4.047  1.444  -3.768  2.841  -3.489  4.238
-3.140  5.635  -2.442  7.032  -1.535  7.871  0.000  8.150
 1.535  7.871  2.442  7.032  3.140  5.635  3.489  4.238
 3.768  2.841  4.047  1.444  4.466  0.000
      10  3.3231396E-02  0.1329256  0.2990825  0.5317023
0.8307849  1.869266  3.323139  7.477064  13.29256
20.76962
4 0.000000  0.166667  0.333333  0.500000
'   S175   SPANT=   9.000000   X= 70.00000   '
17 8.100
-2.652  0.000  -2.442  1.254  -2.345  2.512  -2.303  3.769
-2.345  5.026  -2.233  6.144  -1.814  7.122  -0.977  7.821
 0.000  8.100  0.977  7.821  1.814  7.122  2.233  6.144
 2.345  5.026  2.303  3.769  2.345  2.512  2.442  1.254
 2.652  0.000
      10  3.3027526E-02  0.1321101  0.2972477  0.5284404
0.8256881  1.857798  3.302752  7.431192  13.21101
20.64220
4 0.000000  0.166667  0.333333  0.500000
'   S175   SPANT=   9.500000   X= 78.75000   '
17 8.050
-1.256  0.000  -1.158  1.344  -1.256  2.741  -1.535  4.138
-1.703  5.535  -1.563  6.653  -1.256  7.212  -0.837  7.771
 0.000  8.050  0.837  7.771  1.256  7.212  1.563  6.653
 1.703  5.535  1.535  4.138  1.256  2.741  1.158  1.344
 1.256  0.000
      10  3.2823652E-02  0.1312946  0.2954129  0.5251784
0.8205912  1.846330  3.282365  7.385321  13.12946
20.51478
4 0.000000  0.166667  0.333333  0.500000
'   S175   SPANT=  10.000000   X= 87.50000   '
17 8.000
-0.279  0.000  -0.419  1.294  -0.698  2.412  -0.977  3.390
-1.256  4.507  -1.326  5.625  -1.256  6.743  -0.837  7.441
 0.000  8.000  0.837  7.441  1.256  6.743  1.326  5.625
 1.256  4.507  0.977  3.390  0.698  2.412  0.419  1.294
 0.279  0.000
      10  3.2619778E-02  0.1304791  0.2935780  0.5219164
0.8154944  1.834862  3.261977  7.339449  13.04791
20.38736
4 0.000000  0.166667  0.333333  0.500000

```

7.2 Beispiel für das Ergebnisprotokoll M2.DAT (log. Nr. 6) des Programms YEUNGB

Erdschleunigung 9.810
 Wasserdichte 1.025
 Druckberechnung? 0.
 Interne Ergebnisdatei? 1.

S175 SPANT= 0.0000000E+00 X= -87.50000
 Anzahl Punkte 9
 Bezugstiefgang 0.199
 x-Koordinate y-Koordinate
 (nach rechts) (ab WL nach unten)
 -0.558 0.000
 -0.419 0.129
 -0.279 0.185
 -0.140 0.199
 0.000 0.199
 0.140 0.199
 0.279 0.185
 0.419 0.129
 0.558 0.000

Im folgenden werden als Ergebnisse jeweils hintereinander Real- und Imaginarteil der komplexen Amplituden ausgegeben. Der Realteil bezeichnet die Grösse im Zeitpunkt der grössten Auslenkung des Körpers aus seiner Mittellage bzw. wenn ein Wellental bei $x = 0$ ist; der Imaginarteil ist der Wert der Grösse $1/4$ Periode vorher. Die Bewegungs- bzw. Wellenamplituden sind 1.

*** Zu kleiner Frequenzparameter FP= 8.0949796E-04
 *** Zu kleiner Frequenzparameter FP= 3.2379918E-03
 *** Zu kleiner Frequenzparameter FP= 7.2854813E-03
 *** Zu kleiner Frequenzparameter FP= 1.2951967E-02
 *** Zu kleiner Frequenzparameter FP= 2.0237448E-02

Frequenzparameter $\omega^2 T/g = 0.046$ Frequenz $\omega = 1.498$ Wellenlänge = 27.460
 Kraefte und Moment infolge Horizontalebewegung Vertikalbewegung Drehbewegung
 nach rechts nach unten im Uhrzeigersinn
 Horizontalkraft nach rechts 0.174 -0.006 0.000 0.000 0.099 -0.004
 Vertikalkraft nach unten 0.000 0.000 1.793 -1.967 0.000 0.000
 Drehmoment im Uhrzeigersinn 0.099 -0.004 0.000 0.000 0.059 -0.002
 Diffraktionskraefte und -momente infolge Wellen aus den angegebenen Laufrichtungen
 (0 Grad = laengs, 90 Grad = von rechts)
 0.000 Grad 30.000 Grad 60.000 Grad 90.000 Grad
 Horizontalkraft nach rechts 0.000 0.000 0.003 0.072 0.004 0.125 0.005 0.144
 Vertikalkraft nach unten -1.730 1.900 -1.743 1.916 -1.769 1.948 -1.782 1.964
 Drehmoment im Uhrzeigersinn 0.000 0.000 0.001 0.041 0.003 0.070 0.003 0.081
 Froude-Kriloff-Kraefte und -momente
 Horizontalkraft nach rechts 0.000 0.000 0.000 0.193 0.000 0.333 0.000 0.385
 Vertikalkraft nach unten 10.836 0.000 10.829 0.000 10.814 0.000 10.807 0.000
 Drehmoment im Uhrzeigersinn 0.000 0.000 0.000 0.111 0.000 0.192 0.000 0.221

$m'' / (RHO * PI * T^{**2} / 2)$ Amplitudenverhaeltnis
 Horizontalbewegung 1.215 0.012
 Vertikalbewegung 12.530 0.212
 Drehbewegung 10.351 0.034

.....
 Amplituden der Fernfeldwellen extrapoliert auf $x = 0$
 infolge Horizontalbewegung Vertikalbewegung Drehbewegung
 links vom Koerper -0.012 0.000 0.054 -0.203 -0.007 0.000
 rechts vom Koerper 0.012 0.000 0.054 -0.203 0.007 0.000

Amplituden der Fernfeldwellen extrapoliert auf $x = 0$ infolge Diffraction einer Welle aus Richtung
 0.000 Grad 30.000 Grad 60.000 Grad 90.000 Grad
 links vom Koerper -0.052 0.196 -0.053 0.193 -0.054 0.193 -0.054 0.193
 rechts vom Koerper -0.052 0.196 -0.053 0.203 -0.054 0.210 -0.054 0.213

 Frequenzparameter $om^{**2} * T / g = 0.081$ Frequenz $om = 1.998$ Wellenlaenge = 15.446
 Kraefte und Moment infolge Horizontalbewegung Vertikalbewegung Drehbewegung
 nach rechts nach unten im Uhrzeigersinn
 Horizontalkraft nach rechts 0.325 -0.032 0.000 0.000 0.184 -0.018
 Vertikalkraft nach unten 0.000 0.000 2.518 -2.970 0.000 0.000
 Drehmoment im Uhrzeigersinn 0.184 -0.018 0.000 0.000 0.109 -0.010

Diffraktionskraefte und -momente infolge Wellen aus den angegebenen Laufrichtungen
 (0 Grad = laengs, 90 Grad = von rechts)
 0.000 Grad 30.000 Grad 60.000 Grad 90.000 Grad
 Horizontalkraft nach rechts 0.000 0.000 0.011 0.115 0.019 0.197 0.022 0.226
 Vertikalkraft nach unten -2.361 2.794 -2.390 2.835 -2.447 2.916 -2.475 2.956
 Drehmoment im Uhrzeigersinn 0.000 0.000 0.006 0.064 0.011 0.109 0.013 0.126

Froude-Kriloff-Kraefte und -momente
 Horizontalkraft nach rechts 0.000 0.000 0.000 0.337 0.000 0.582 0.000 0.671
 Vertikalkraft nach unten 10.546 0.000 10.523 0.000 10.478 0.000 10.456 0.000
 Drehmoment im Uhrzeigersinn 0.000 0.000 0.000 0.193 0.000 0.333 0.000 0.384

.....
 $m'' / (RHO * PI * T^{**2} / 2)$ Amplitudenverhaeltnis
 Horizontalbewegung 1.278 0.036
 Vertikalbewegung 9.898 0.347
 Drehbewegung 10.836 0.102

.....
 Amplituden der Fernfeldwellen extrapoliert auf $x = 0$
 infolge Horizontalbewegung Vertikalbewegung Drehbewegung
 links vom Koerper -0.036 0.000 0.134 -0.317 -0.020 0.000
 rechts vom Koerper 0.036 0.000 0.134 -0.317 0.020 0.000

Amplituden der Fernfeldwellen extrapoliert auf $x = 0$ infolge Diffraction einer Welle aus Richtung
 0.000 Grad 30.000 Grad 60.000 Grad 90.000 Grad
 links vom Koerper -0.126 0.298 -0.128 0.290 -0.132 0.290 -0.134 0.291
 rechts vom Koerper -0.126 0.298 -0.128 0.315 -0.132 0.333 -0.133 0.341

```

Frequenzparameter  $\omega \cdot T/g = 0.182$  Frequenz  $\omega = 2.996$  Wellenlaenge = 6.865
Kraefte und Moment infolge Horizontalbewegung nach unten Vertikalbewegung nach unten Drehbewegung im Uhrzeigersinn
Horizontalkraft nach rechts 0.725 -0.241 0.000 0.000 0.000 0.409 -0.136
Vertikalkraft nach unten 0.000 0.000 4.100 -4.826 0.000 0.000 0.000
Drehmoment im Uhrzeigersinn 0.409 -0.135 0.000 0.000 0.000 0.241 -0.076

Diffraktionskraefte und -momente infolge Wellen aus den angegebenen Laufrichtungen
(0 Grad = laengs, 90 Grad = von rechts)
Horizontalkraft nach rechts 0.000 Grad 30.000 Grad 60.000 Grad 90.000 Grad
Horizontalkraft nach rechts 0.000 0.000 0.044 0.132 0.069 0.207 0.076 0.228
Vertikalkraft nach unten -3.537 4.220 -3.607 4.342 -3.745 4.579 -3.812 4.695
Drehmoment im Uhrzeigersinn 0.000 0.000 0.025 0.069 0.039 0.108 0.043 0.119

```

```

Froude-Kriloff-Kraefte und -momente
Horizontalalkraft nach rechts 0.000 0.000 0.720 0.000 1.229 0.000 1.409
Vertikalkraft nach unten 9.765 0.000 9.657 0.000 9.442 0.000 9.335 0.000
Drehmoment im Uhrzeigersinn 0.000 0.000 0.000 0.409 0.000 0.700 0.000 0.803

```

```

..... m"/(RHO*PI**2/2) Amplitudenverhaeltnis
Horizontalbewegung 1.266 0.148
Vertikalbewegung 7.161 0.663
Drehbewegung 10.651 0.419

```

```

Amplituden der Fernfeldwellen extrapoliert auf x = 0
links vom Koerper -0.149 0.006 0.454 -0.484 -0.084 0.003
rechts vom Koerper 0.149 -0.006 0.454 -0.484 0.084 -0.003

```

```

Amplituden der Fernfeldwellen extrapoliert auf x = 0 infolge Diffraktion einer Welle aus Richtung
links vom Koerper -0.397 0.423 -0.409 0.408 -0.432 0.416 -0.443 0.424
rechts vom Koerper -0.397 0.423 -0.407 0.462 -0.429 0.502 -0.439 0.517

```

```

-----
Frequenzparameter  $\omega \cdot T/g = 0.324$  Frequenz  $\omega = 3.995$  Wellenlaenge = 3.862
Kraefte und Moment infolge Horizontalbewegung nach rechts Vertikalbewegung nach unten Drehbewegung im Uhrzeigersinn
Horizontalkraft nach rechts 1.052 -0.620 0.000 0.000 0.592 -0.345
Vertikalkraft nach unten 0.000 0.000 6.271 -6.365 0.000 0.000
Drehmoment im Uhrzeigersinn 0.592 -0.344 0.000 0.000 0.352 -0.192

Diffraktionskraefte und -momente infolge Wellen aus den angegebenen Laufrichtungen
(0 Grad = laengs, 90 Grad = von rechts)
Horizontalkraft nach rechts 0.000 Grad 30.000 Grad 60.000 Grad 90.000 Grad
Horizontalkraft nach rechts 0.000 0.000 -0.019 -0.037 -0.075 -0.135 -0.111 -0.196
Vertikalkraft nach unten -4.793 5.050 -4.887 5.245 -5.053 5.590 -5.126 5.742
Drehmoment im Uhrzeigersinn 0.000 0.000 -0.010 -0.034 -0.042 -0.097 -0.062 -0.134

```

Froude-Krillkraft und -momente	0.000	0.000	0.000	1.183	0.000	1.956	0.000	2.205
Horizontalkraft nach rechts	8.780	0.000	8.463	0.000	7.850	0.000	7.552	0.000
Vertikalkraft nach unten	0.000	0.000	0.000	0.666	0.000	1.107	0.000	1.252
Drehmoment im Uhrzeigersinn								

.....
 $m''/(RHO*PI*T**2/2)$ Amplitudenverhaeltnis
 Horizontalbewegung 1.034 0.317
 Vertikalbewegung 6.161 1.015
 Drehbewegung 8.741 0.885

Amplituden der Fernfeldwellen extrapoliert auf x = 0
 infolge Horizontalbewegung Vertikalbewegung Drehbewegung
 links vom Koerper -0.318 -0.033 0.931 -0.359 -0.177 -0.018
 rechts vom Koerper 0.318 0.033 0.931 -0.359 0.177 0.018

Amplituden der Fernfeldwellen extrapoliert auf x = 0 infolge Diffraction einer Welle aus Richtung
 0.000 Grad 30.000 Grad 60.000 Grad 90.000 Grad
 links vom Koerper -0.739 0.285 -0.768 0.305 -0.821 0.354 -0.846 0.381
 rechts vom Koerper -0.739 0.285 -0.766 0.286 -0.814 0.277 -0.834 0.267

Frequenzparameter $om**2*T/g = 0.506$ Frequenz $om = 4.994$ Wellenlaenge = 2.471
 Kraefte und Moment infolge Horizontalbewegung Vertikalbewegung Drehbewegung
 nach rechts nach unten im Uhrzeigersinn
 Horizontalkraft nach rechts 1.209 -0.995 0.000 0.000 0.682 -0.546
 Vertikalkraft nach unten 0.000 0.000 9.414 -7.206 0.000 0.000
 Drehmoment im Uhrzeigersinn 0.682 -0.545 0.000 0.000 0.415 -0.299

Diffractionskraefte und -momente infolge Wellen aus den angegebenen Laufrichtungen
 (0 Grad = laengs, 90 Grad = von rechts)
 0.000 Grad 30.000 Grad 60.000 Grad 90.000 Grad
 Horizontalkraft nach rechts 0.000 0.000 -0.260 -0.331 -0.557 -0.698
 Vertikalkraft nach unten -6.140 5.118 -6.159 5.264 -6.120 5.401
 Drehmoment im Uhrzeigersinn 0.000 0.000 -0.142 -0.212 -0.305 -0.432

Froude-Krillkraft und -momente	0.000	0.000	0.000	1.651	0.000	2.539	0.000	2.757
Horizontalkraft nach rechts	7.675	0.000	6.982	0.000	5.699	0.000	5.108	0.000
Vertikalkraft nach unten	0.000	0.000	0.000	0.920	0.000	1.434	0.000	1.568
Drehmoment im Uhrzeigersinn								

.....
 $m''/(RHO*PI*T**2/2)$ Amplitudenverhaeltnis
 Horizontalbewegung 0.760 0.501
 Vertikalbewegung 5.920 1.350
 Drehbewegung 6.597 1.383

Amplituden der Fernfeldwellen extrapoliert auf x = 0
 infolge Horizontalbewegung Vertikalbewegung Drehbewegung
 links vom Koerper -0.465 -0.207 1.270 0.270 -0.255 -0.113

```

rechts vom Koerper 0.465 0.207 1.270 0.270 0.255 0.113
Amplituden der Fernfeldwellen extrapoliert auf x = 0 infolge Diffraction einer Welle aus Richtung
0.000 Grad 30.000 Grad 60.000 Grad 90.000 Grad
links vom Koerper -0.902 -0.192 -0.982 -0.076 -1.068 0.058 -1.096 0.123
rechts vom Koerper -0.902 -0.192 -0.874 -0.319 -0.836 -0.462 -0.807 -0.528
.....
S175 SPANT= 0.500000 X= -78.75000
Anzahl Punkte 25
Bezugstiefgang 8.950
x-Koordinate y-Koordinate
(nach rechts) (ab WL nach unten)
-3.629 0.000
-2.791 0.568
-2.093 1.126
-1.535 1.825
-1.256 2.524
-0.977 3.362
-0.837 4.340
-0.698 5.318
-0.628 6.156
-0.558 6.854
-0.419 7.693
-0.279 8.391
0.000 8.950
0.279 8.391
0.419 7.693
0.558 6.854
0.628 6.156
0.698 5.318
0.837 4.340
0.977 3.362
1.256 2.524
1.535 1.825
2.093 1.126
2.791 0.568
3.629 0.000

```

Im folgenden werden als Ergebnisse jeweils hintereinander Real- und Imaginaerteil der komplexen Amplituden ausgegeben. Der Realteil bezeichnet die Groesse im Zeitpunkt der grossten Auslenkung des Koerpers aus seiner Mittelage bzw. wenn ein Wellental bei $x = 0$ ist; der Imaginaerteil ist der Wert der Groesse 1/4 Periode vorher. Die Bewegungs- bzw. Wellenamplituden sind 1.

```

Frequenzparameter  $\omega^2 \cdot T/g = 0.036$  Frequenz  $\omega = 0.200$  Wellenlaenge = 1540.951
Kraefte und Moment infolge Horizontalbewegung nach unten Vertikalbewegung im Uhrzeigersinn
Horizontalkraft nach rechts 5.010 -0.013 0.000 0.000 -15.669 0.036
Vertikalskraft nach unten 0.000 0.000 2.372 -2.030 0.000 0.000
Drehmoment im Uhrzeigersinn -15.702 0.036 0.000 0.000 64.127 -0.104

Diffraktionskraefte und -momente infolge Wellen aus den angegebenen Laufrichtungen
(0 Grad = laengs, 90 Grad = von rechts)
Horizontalkraft nach rechts 0.000 Grad 30.000 Grad 60.000 Grad 90.000 Grad
0.000 0.000 0.006 2.457 0.011 4.256 0.013 4.914
Vertikalskraft nach unten -2.349 2.008 -2.356 2.013 -2.368 2.024 -2.375 2.030

```

Drehmoment im Uhrzeigersinn	0.000	0.000	-0.018	-7.687	-0.031	-13.314	-0.036	-15.374
Froude-Kriloff-Kraefte und -momente								
Horizontalkraft nach rechts	0.000	0.000	0.000	0.393	0.000	0.681	0.000	0.787
Vertikalkraft nach unten	72.194	0.000	72.194	0.000	72.192	0.000	72.192	0.000
Drehmoment im Uhrzeigersinn	0.000	0.000	0.000	-0.437	0.000	-0.757	0.000	-0.874

.....
 $m^{1/2}/(\rho \pi T^{1/2})$ Amplitudenverhaeltnis
 Horizontalbewegung 0.971 0.002
 Vertikalbewegung 0.460 0.029
 Drehbewegung 0.155 0.001

Amplituden der Fernfeldwellen extrapoliert auf x = 0
 infolge Horizontalbewegung Vertikalbewegung Drehbewegung
 links vom Koerper -0.002 0.000 0.002 -0.028 0.006 0.000
 rechts vom Koerper 0.002 0.000 0.002 -0.028 -0.006 0.000

Amplituden der Fernfeldwellen extrapoliert auf x = 0 infolge Diffraktion einer Welle aus Richtung
 0.000 Grad 30.000 Grad 60.000 Grad 90.000 Grad
 links vom Koerper -0.002 0.028 -0.002 0.027 -0.002 0.026 -0.002 0.026
 rechts vom Koerper -0.002 0.028 -0.002 0.029 -0.002 0.030 -0.002 0.031

 Frequenzparameter $\omega^2 T/g = 0.146$ Frequenz $\omega = 0.400$ Wellenlaenge = 385.238
 Kraefte und Moment infolge Horizontalbewegung Vertikalbewegung Drehbewegung
 nach rechts nach unten im Uhrzeigersinn
 Horizontalkraft nach rechts 21.774 -0.874 0.000 0.000 -67.113 2.442
 Vertikalkraft nach unten 0.000 0.000 5.771 -6.790 0.000 0.000
 Drehmoment im Uhrzeigersinn -67.238 2.444 0.000 0.000 267.933 -6.828

Diffraktionskraefte und -momente infolge Wellen aus den angegebenen Laufrichtungen
 (0 Grad = laengs, 90 Grad = von rechts)
 0.000 Grad 30.000 Grad 60.000 Grad 90.000 Grad
 Horizontalkraft nach rechts 0.000 0.000 0.405 10.074 0.701 17.447 0.809 20.144
 Vertikalkraft nach unten -5.571 6.515 -5.630 6.585 -5.747 6.724 -5.806 6.794
 Drehmoment im Uhrzeigersinn 0.000 0.000 -1.132 -30.917 -1.960 -53.545 -2.263 -61.825

Froude-Kriloff-Kraefte und -momente
 Horizontalkraft nach rechts 0.000 0.000 0.000 1.522 0.000 2.636 0.000 3.043
 Vertikalkraft nach unten 69.936 0.000 69.926 0.000 69.905 0.000 69.894 0.000
 Drehmoment im Uhrzeigersinn 0.000 0.000 0.000 -1.534 0.000 -2.658 0.000 -3.070

.....
 $m^{1/2}/(\rho \pi T^{1/2})$ Amplitudenverhaeltnis
 Horizontalbewegung 1.055 0.038
 Vertikalbewegung 0.280 0.105
 Drehbewegung 0.162 0.012

Amplituden der Fernfeldwellen extrapoliert auf x = 0

(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
1.0 4 0.0000000E+00 0.5235999 1.047197

1.570796

(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
1.5 4 0.0000000E+00 0.5235999 1.047197

1.570796

(0.1738924,-6.2438608E-03) (-8.4936619E-07,-2.9802322E-08)
(9.8595820E-02,-3.5662083E-03) (2.2053719E-06,-1.0468066E-06)
(1.793308,-1.967206) (1.3746321E-06,-4.8521906E-07)
(9.8606326E-02,-3.5623857E-03) (-4.6938658E-07,1.4901161E-08)
(5.8665138E-02,-2.0346721E-03)
(9.9837780E-07,8.9406967E-08) (2.5954843E-03,7.2340265E-02)
(4.4809878E-03,0.1249145) (5.1663220E-03,0.1440190) (-1.730014,1.900169)
(-1.742910,1.916250) (-1.768664,1.948366) (-1.781522,1.964397)
(5.7369471E-07,7.4505806E-09) (1.4808252E-03,4.0638998E-02)
(2.5566071E-03,7.0177898E-02) (2.9475987E-03,8.0913194E-02)
(-1.1920929E-07,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.1926161)
(-1.1920929E-07,0.3333204) (-1.1920929E-07,0.3847127) (10.83589,0.0000000E+00)
(10.82857,-2.2351742E-08) (10.81393,-1.4901161E-08) (10.80662,0.0000000E+00)
(-1.1920929E-07,0.0000000E+00) (-5.9604645E-08,0.1106806)
(-5.9604645E-08,0.1915523) (-5.9604645E-08,0.2210982)

2. 4 0.0000000E+00 0.5235999 1.047197

1.570796

(0.3252006,-3.1763032E-02) (8.3446503E-07,2.6822090E-07)
(0.1841504,-1.8071491E-02) (-1.4305115E-06,5.6065619E-07) (2.518430,-2.970131)
(-8.5681677E-07,-2.8871000E-08) (0.1841590,-1.8051405E-02)
(4.9173832E-07,1.6391277E-07) (0.1091859,-1.0270302E-02)
(-7.1525574E-07,-1.4901161E-07) (1.1186644E-02,0.1146868)
(1.9166261E-02,0.1965006) (2.2011325E-02,0.2256646) (-2.361482,2.794045)
(-2.390032,2.834709) (-2.446867,2.915652) (-2.475154,2.955936)

(-3.5762787E-07,-1.0430813E-07) (6.3575506E-03,6.3793041E-02)
(1.0892458E-02,0.1093123) (1.2509398E-02,0.1255428)
(-1.1920929E-07,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.3366937)
(-2.3841858E-07,0.5815114) (-1.1920929E-07,0.6705162) (10.54614,0.0000000E+00)
(10.52345,1.4901161E-08) (10.47815,0.0000000E+00) (10.45554,0.0000000E+00)
(5.9604645E-08,0.0000000E+00) (-5.9604645E-08,0.1929204)
(-5.9604645E-08,0.3333092) (0.0000000E+00,0.3843895)
3. 4 0.0000000E+00 0.5235999 1.047197
1.570796
(0.7246935,-0.2407940) (-1.3411045E-06,5.9604645E-07) (0.4086226,-0.1356146)
(1.6689301E-06,-3.2112002E-06) (4.099652,-4.825862)
(9.9837780E-07,-1.8477440E-06) (0.4086308,-0.1354582)
(-7.1525574E-07,3.5762787E-07) (0.2414646,-7.6289766E-02)
(5.6624413E-07,-3.5762787E-07) (4.3876529E-02,0.1315345)
(6.9119394E-02,0.2072454) (7.5891942E-02,0.2275788) (-3.536688,4.219746)
(-3.607488,4.341741) (-3.745344,4.579114) (-3.812417,4.694527)
(3.8743019E-07,-2.9802322E-07) (2.4682686E-02,6.9049150E-02)
(3.8882986E-02,0.1083473) (4.2692930E-02,0.1186970)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.7199039) (0.0000000E+00,1.228887)
(-1.1920929E-07,1.408666) (9.765265,0.0000000E+00) (9.656685,0.0000000E+00)
(9.441603,0.0000000E+00) (9.335095,-5.9604645E-08) (-5.9604645E-08,0.0000000E+00)
(-5.9604645E-08,0.4093512) (-2.3841858E-07,0.6999393) (0.0000000E+00,0.8030158)
4. 4 0.0000000E+00 0.5235999 1.047197
1.570796
(1.052426,-0.6200153) (8.9406967E-08,-1.2516975E-06) (0.5915608,-0.3449240)
(9.8347664E-07,5.3644180E-07) (6.270525,-6.364909) (5.0663948E-07,5.8114529E-07)
(0.5916902,-0.3444679) (7.4505806E-08,-5.9604645E-07) (0.3523115,-0.1916328)
(4.4703484E-07,4.1723251E-07) (-1.8679559E-02,-3.6577702E-02)
(-7.5367630E-02,-0.1351771) (-0.1107381,-0.1956887) (-4.793312,5.050417)
(-4.887369,5.244816) (-5.053389,5.590324) (-5.125709,5.742155)
(1.9371510E-07,2.3841858E-07) (-1.0378018E-02,-3.3922315E-02)
(-4.1872770E-02,-9.7378373E-02) (-6.1523825E-02,-0.1337444)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (-2.3841858E-07,1.183366) (-5.9604645E-08,1.955704)
(-5.9604645E-08,2.205221) (8.779622,0.0000000E+00) (8.463202,2.9802322E-08)
(7.849678,-5.9604645E-08) (7.552388,0.0000000E+00) (-5.9604645E-08,0.0000000E+00)
(-5.9604645E-08,0.6664849) (0.0000000E+00,1.107267) (-5.9604645E-08,1.251939)
5. 4 0.0000000E+00 0.5235999 1.047197
1.570796
(1.208688,-0.9946498) (-1.0132790E-06,-2.6226044E-06) (0.6816959,-0.5459604)
(-1.2218952E-06,-9.8347664E-07) (9.414131,-7.205640)
(-2.9802322E-08,-3.2782555E-07) (0.6818565,-0.5454291)
(-5.0663948E-07,-1.5497208E-06) (0.4154688,-0.2993844)
(1.1920929E-06,5.9604645E-07) (-0.2596272,-0.3312283) (-0.5568709,-0.6984034)
(-0.6965203,-0.8686954) (-6.139675,5.117954) (-6.158504,5.264402)
(-6.119994,5.400679) (-6.065958,5.397502) (7.0035458E-07,5.0663948E-07)
(-0.1423700,-0.2119477) (-0.3053674,-0.4322099) (-0.3819458,-0.5315524)
(-1.1920929E-07,0.0000000E+00) (-5.9604645E-08,1.650917)
(-5.9604645E-08,2.539368) (-2.9802322E-08,2.757481) (7.674700,0.0000000E+00)
(6.981703,0.0000000E+00) (5.699465,0.0000000E+00) (5.107827,-1.1920929E-07)
(-5.9604645E-08,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.9201810) (0.0000000E+00,1.433969)
(-1.4901161E-08,1.568359)
0.2000000 4 0.0000000E+00 0.5235999 1.047197
1.570796
(5.010303,-1.2766299E-02) (-5.6773424E-06,1.2367964E-06)
(-15.66933,3.6381070E-02) (-3.7550926E-06,-2.5953224E-05) (2.372327,-2.029586)
(9.2566013E-05,2.8278399E-04) (-15.70195,3.6365896E-02)
(1.7523766E-05,-3.5762787E-07) (64.12741,-0.1036343)
(5.4836273E-06,-1.3411045E-07) (6.2665492E-03,2.456959) (1.0849729E-02,4.255530)
(1.2528688E-02,4.913846) (-2.349380,2.007880) (-2.355699,2.013329)
(-2.368354,2.024230) (-2.374682,2.029681) (-1.8775463E-05,-3.0398369E-06)
(-1.7851949E-02,-7.686928) (-3.0909479E-02,-13.31402) (-3.5689175E-02,-15.37368)

7.4 Beispiel für das Ergebnisprotokoll M4.DAT (log. Nr. 6) des Programms FLA

```

Daten fuer RDM.FOR zur Berechnung der Rolldaempfung
X      HO      SIG      BX      DX
1      2.804020  0.7699205  1.116000  0.1990000
2      0.4054749  0.2987598  7.258000  8.9500000
3      0.7213483  0.4707188  12.84000  8.9000000
4      0.9619208  0.5702139  17.02600  8.8500000
5      1.162500  0.6557139  20.46000  8.8000000
6      1.307886  0.7341723  22.88800  8.7500000
7      1.403678  0.8110225  24.42400  8.7000000
8      1.452023  0.8767201  25.12000  8.6500000
9      1.476744  0.9080874  25.40000  8.6000000
10     1.485380  0.9570351  25.40000  8.5500000
11     1.494118  0.9610907  25.40000  8.5000000
12     1.502959  0.9362516  25.40000  8.4500000
13     1.470357  0.8978060  24.70200  8.4000000
14     1.370539  0.8514473  22.88800  8.3500000
15     1.227470  0.7837714  20.37600  8.3000000
16     1.015030  0.7737398  16.74800  8.2500000
17     0.7880488  0.7528428  12.92400  8.2000000
18     0.5479755  0.7441651  8.932000  8.1500000
19     0.3274074  0.8238520  5.304000  8.1000000
20     0.1560248  1.000000  2.512000  8.0500000
21     3.4875002E-02  1.000000  0.5580000  8.0000000

Daten fuer BUEF6G.FOR zur Berechnung der Uebertragungsfunktionen
XX     YX     ZX     BX     AX
1      0.0000000E+00  9.0019807E-02  1.116000  0.1709870
2      0.0000000E+00  2.777785  7.258000  19.40717
3      0.0000000E+00  3.201064  12.84000  53.79186
4      0.0000000E+00  3.388267  17.02600  85.91989
5      0.0000000E+00  3.554615  20.46000  118.0600
6      0.0000000E+00  3.727089  22.88800  147.0327
7      0.0000000E+00  3.856216  24.42400  172.3332
8      0.0000000E+00  3.980561  25.12000  190.5008
9      0.0000000E+00  3.985430  25.40000  198.3626
10     0.0000000E+00  4.116184  25.40000  207.8393
11     0.0000000E+00  4.102473  25.40000  207.4995
12     0.0000000E+00  4.018576  25.40000  200.9477
13     0.0000000E+00  3.927053  24.70200  186.2919
14     0.0000000E+00  3.818273  22.88800  162.7242
15     0.0000000E+00  3.700887  20.37600  132.5520
16     0.0000000E+00  3.630331  16.74800  106.9084
17     0.0000000E+00  3.558077  12.92400  79.78387
18     0.0000000E+00  3.535923  8.932000  54.17209
19     0.0000000E+00  3.700282  5.304000  35.39466
20     0.0000000E+00  4.067605  2.512000  21.67001
21     0.0000000E+00  4.572060  0.5580000  13.98658

```

7.5 Beispiel für Eingabedaten M5.DAT (log. Nr. 6) des Programms RDM

```
'S-175-----'
175. 25.4 8.5 21222 .562 .96109
.00000135
18 0.261799
21 4
      1 2.804020      0.7699205      1.116000      0.1990000
      2 0.4054749    0.2987598      7.258000      8.950000
      3 0.7213483    0.4707188     12.84000      8.900000
      4 0.9619208    0.5702139     17.02600      8.850000
      5 1.162500     0.6557139     20.46000      8.800000
      6 1.307886     0.7341723     22.88800      8.750000
      7 1.403678     0.8110225     24.42400      8.700000
      8 1.452023     0.8767201     25.12000      8.650000
      9 1.476744     0.9080874     25.40000      8.600000
     10 1.485380     0.9570351     25.40000      8.550000
     11 1.494118     0.9610907     25.40000      8.500000
     12 1.502959     0.9362516     25.40000      8.450000
     13 1.470357     0.8978060     24.70200      8.400000
     14 1.370539     0.8514473     22.88800      8.350000
     15 1.227470     0.7837714     20.37600      8.300000
     16 1.015030     0.7737398     16.74800      8.250000
     17 0.7880488     0.7528428     12.92400      8.200000
     18 0.5479755     0.7441651      8.932000      8.150000
     19 0.3274074     0.8238520      5.304000      8.100000
     20 0.1560248      1.000000      2.512000      8.050000
     21 3.4875002E-02 1.000000      0.5580000      8.000000
.45 -21.875 21.875
-.1047
0. .1 .2 .3
```

7.6 Beispiel für das Ergebnisprotokoll M6.DAT (log. Nr. 6) des Programms RDM

```

----- 'S-175-----
--DATA-- L= 1.7500 B= 0.2540 D= 0.08500 NABLA= 0.02122 CB= 0.56200 CM= 0.96109
OG/D= -0.105 NUE= 0.00000135 BWOSM= 0.00000000000
T = 1.80000THETA = 0.26180
BBK= 0.00450 XBK1= 3.750 XBK2= 6.250

--DATAS OF EACH SECTION--
SS= 0.000 HO= 2.80402 SIGMA= 0.76992 B= 0.01116 D= 0.00199
SS= 0.500 HO= 0.40547 SIGMA= 0.29876 B= 0.07258 D= 0.08950
SS= 1.000 HO= 0.72135 SIGMA= 0.47072 B= 0.12840 D= 0.08900
SS= 1.500 HO= 0.96192 SIGMA= 0.57021 B= 0.17026 D= 0.08850
SS= 2.000 HO= 1.16250 SIGMA= 0.65571 B= 0.20460 D= 0.08800
SS= 2.500 HO= 1.30789 SIGMA= 0.73417 B= 0.22888 D= 0.08750
SS= 3.000 HO= 1.40368 SIGMA= 0.81102 B= 0.24424 D= 0.08700
SS= 3.500 HO= 1.45202 SIGMA= 0.87672 B= 0.25120 D= 0.08650
SS= 4.000 HO= 1.47674 SIGMA= 0.90809 B= 0.25400 D= 0.08600
SS= 4.500 HO= 1.48538 SIGMA= 0.95704 B= 0.25400 D= 0.08550
SS= 5.000 HO= 1.49412 SIGMA= 0.96109 B= 0.25400 D= 0.08500
SS= 5.500 HO= 1.50296 SIGMA= 0.93625 B= 0.25400 D= 0.08450
SS= 6.000 HO= 1.47036 SIGMA= 0.89781 B= 0.24702 D= 0.08400
SS= 6.500 HO= 1.37054 SIGMA= 0.85145 B= 0.22888 D= 0.08350
SS= 7.000 HO= 1.22747 SIGMA= 0.78377 B= 0.20376 D= 0.08300
SS= 7.500 HO= 1.01503 SIGMA= 0.77374 B= 0.16748 D= 0.08250
SS= 8.000 HO= 0.78805 SIGMA= 0.75284 B= 0.12924 D= 0.08200
SS= 8.500 HO= 0.54798 SIGMA= 0.74417 B= 0.08932 D= 0.08150
SS= 9.000 HO= 0.32741 SIGMA= 0.82385 B= 0.05304 D= 0.08100
SS= 9.500 HO= 0.15602 SIGMA= 1.00000 B= 0.02512 D= 0.08050
SS= 10.000 HO= 0.03488 SIGMA= 1.00000 B= 0.00558 D= 0.08000

AMPLITUDE= 0.2618RAD, 15.00 GRAD OMEGA= 3.4907 T= 1.80 BWOSM= 0.00000

FN BFHAT BWHAT BEHAT BLHAT BBKHAT -- BF/B44 BW/B44 BE/B44 BL/B44 BBK/B44 -- B44HAT --
0.000 0.00063 0.00000 0.00129 0.00000 0.00320 -- 0.12260 0.00000 0.25210 0.00000 0.62530 -- 0.00511 --
0.100 0.00080 0.00000 0.00033 0.00134 0.00320 -- 0.14116 0.00000 0.05865 0.23686 0.56333 -- 0.00567 --
0.200 0.00098 0.00000 0.00010 0.00269 0.00320 -- 0.14006 0.00000 0.01482 0.38605 0.45907 -- 0.00696 --
0.300 0.00115 0.00000 0.00005 0.00403 0.00320 -- 0.13642 0.00000 0.00570 0.47852 0.37936 -- 0.00843 --
FN
0.00000000E+00 0.1000000 0.2000000 0.3000000
B44HAT
5.1114648E-03 5.6737275E-03 6.9622509E-03 8.4251817E-03
B44 fuer Schiff [kN.m/s]
63034.96 69968.82 85858.98 103900.0

```

7.7 Beispiel für Eingabedaten M7.DAT (log. Nr. 5) des Programms BUEF6G

```

' CONTAINERSCHIFF S-175 ----- '
9.810000 1.025 0 0 10
175. 25.4 8.5 21
  1 0.0000000E+00 9.0019807E-02 1.116000 0.1709870
  2 0.0000000E+00 2.777785 7.258000 19.40717
  3 0.0000000E+00 3.201064 12.84000 53.79186
  4 0.0000000E+00 3.388267 17.02600 85.91989
  5 0.0000000E+00 3.554615 20.46000 118.0600
  6 0.0000000E+00 3.727089 22.88800 147.0327
  7 0.0000000E+00 3.856216 24.42400 172.3332
  8 0.0000000E+00 3.980561 25.12000 190.5008
  9 0.0000000E+00 3.985430 25.40000 198.3626
 10 0.0000000E+00 4.116184 25.40000 207.8393
 11 0.0000000E+00 4.102473 25.40000 207.4995
 12 0.0000000E+00 4.018576 25.40000 200.9477
 13 0.0000000E+00 3.927053 24.70200 186.2919
 14 0.0000000E+00 3.818273 22.88800 162.7242
 15 0.0000000E+00 3.700887 20.37600 132.5520
 16 0.0000000E+00 3.630331 16.74800 106.9084
 17 0.0000000E+00 3.558077 12.92400 79.78387
 18 0.0000000E+00 3.535923 8.932000 54.17209
 19 0.0000000E+00 3.700282 5.304000 35.39466
 20 0.0000000E+00 4.067605 2.512000 21.67001
 21 0.0000000E+00 4.572060 0.5580000 13.98658
21753.00 -3.164000 0.0000000E+00 -.89 1770579
38606491 38606491 0.0000000E+00 0.0000000E+00 0.
3045.000 -6.784000 0.0000000E+00 1.000000 217
10 87.50 131.25 175.00 218.75 262.5 350. 437.5 525.0 612.5 700.
4 .0 .1 .2 .3 63034.96 69968.82 85858.98 103900.00
6 -17.5 0. 0. -52.5 0. -10.15 -87.5 0. 0.
 87.5 0. 0. 52.5 0. -10.15 17.5 0. 0.

```

7.8 Beispiel für das Ergebnisprotokoll M8.DAT (log. Nr. 6) des Programms BUEF6G

Uebeitragungsfunktionen der Bewegungen in 6 Freiheitsgraden eines Schiffes in regelmaessigen Wellen

CONTAINERSCHIFF S-175
 Erdschleunigung G [m**2/s] 9.810
 Wasserdichte RHO [t/m**3] 1.025
 XPL= 175.000 [m] B= 25.400 [m] D= 8.500 [m] NX= 21

XX(I) [m]	YX(I) [m]	ZX(I) [m]	BX(I) [m]	AX(I) [m**2]	Massenmatrix M	Traegheitsmomente [t.m**2] um die x-Achse	Traegheitsmomente [t.m**2] um die y-Achse	Traegheitsmomente [t.m**2] um die z-Achse	Zentrifugalmomente [t.m**2] xy	Zentrifugalmomente [t.m**2] yz	Zentrifugalmomente [t.m**2] xz	
-87.500	0.000	0.090	1.116	0.171	0.000	0.000	-19360.170	0.000	0.000	0.000	0.000	
-78.750	0.000	2.778	7.258	19.407	0.000	19360.170	0.000	0.000	-68826.492	0.000	0.000	
-70.000	0.000	3.201	12.840	53.792	0.000	21753.000	0.000	68826.492	0.000	0.000	0.000	
-61.250	0.000	3.388	17.026	85.920	0.000	1770579.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
-52.500	0.000	3.555	20.460	118.060	0.000	0.000	38606492.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
-43.750	0.000	3.727	22.888	147.033	0.000	0.000	0.000	0.000	38606492.000	0.000	38606492.000	
-35.000	0.000	3.856	24.424	172.333	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
-26.250	0.000	3.981	25.120	190.501	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
-17.500	0.000	3.985	25.400	198.363	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
-8.750	0.000	4.116	25.400	207.839	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
0.000	0.000	4.102	25.400	207.499	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
8.750	0.000	4.019	25.400	200.948	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
17.500	0.000	3.927	24.702	186.292	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
26.250	0.000	3.818	22.888	162.724	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
35.000	0.000	3.701	20.376	132.552	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
43.750	0.000	3.630	16.748	106.908	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
52.500	0.000	3.558	12.924	79.784	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
61.250	0.000	3.536	8.932	54.172	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
70.000	0.000	3.700	5.304	35.395	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
78.750	0.000	4.068	2.512	21.670	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
87.500	0.000	4.572	0.558	13.987	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
0Schiff	Masse [t]	Schwerpunktkoordinaten [m]	Traegheitsmomente [t.m**2] um die x-Achse	Traegheitsmomente [t.m**2] um die y-Achse	Traegheitsmomente [t.m**2] um die z-Achse	Massenmatrix M	0.177E+07	0.386E+08	0.386E+08	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
21753.000	-3.164	0.000	-0.890	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

Wasserlinienflaeche, x- und y-Koordinaten des WL-Schwerpunkts, metazentrische Hoehe und laengenmetazentrische Hoehe
 AW=3045.000m**2 XW= -6.784m YW= 0.000m GMB= 1.000m GML= 217.000m
 Hydrostatische Matrix S

0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	30618.236	0.000	0.000	207714.109
0.000	0.000	0.000	213396.938	0.000	0.000
0.000	0.000	207714.109	0.000	46307136.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

 NOM= 10 Wellenlaenge RLA [m]= 87.500000 131.2500
 175.0000 218.7500 262.5000 350.0000 437.5000
 525.0000 612.5000 700.0000
 NFN= 4, Froude-Zahl Fn = 0.0000000E+00 0.1000000
 0.2000000 0.3000000
 Zusatzrolldaempfungsmoment B44 [kN.m/s] = 63034.96 69968.82
 85858.98 103900.0

FN=0.000 VS= 0.000m/s OME= 0.839rad/s RLA= 87.500m RMUE= 0.000rad RK= 0.072rad/m
 Realteil, Imaginarteil und Betrag der komplexen Uebertragungsfunktionen der Bewegungen
 Ueb.-funktionen CU in bezug auf Koord.-Ursprung I Ueb.-funktionen CUS bzgl. Schwerpunkt

Re(CU)	Im(CU)	Betr(CU)	Phase(CU)	Betr./RK I		Re(CUS)		Im(CUS)		Betr(CUS) Phase(CUS)		Betr./RK
				Re(CU)	Im(CU)	Re(CUS)	Im(CUS)	Betr(CUS)	Phase(CUS)			
0.007	-0.032	0.032	-4.362	I	0.011	-0.026	0.028	-1.160				
0.000	0.000	0.000	-0.460	I	0.000	0.000	0.000	-0.376				
-0.188	0.131	0.229	2.534	I	-0.204	0.111	0.232	2.646				
0.000	0.000	0.000	0.548	I	0.000	0.000	0.000	0.548				
-0.005	-0.006	0.008	-2.251	I	-0.005	-0.006	0.008	-2.251				
0.000	0.000	0.000	-1.021	I	0.000	0.000	0.000	-1.021				

FN=0.000 VS= 0.000m/s OME= 0.839rad/s RLA= 87.500m RMUE= 0.524rad RK= 0.072rad/m
 Realteil, Imaginarteil und Betrag der komplexen Uebertragungsfunktionen der Bewegungen
 Ueb.-funktionen CU in bezug auf Koord.-Ursprung I Ueb.-funktionen CUS bzgl. Schwerpunkt

Re(CU)	Im(CU)	Betr(CU)	Phase(CU)	Betr./RK I	Re(CUS)		Im(CUS)		Betr(CUS) Phase(CUS)		Betr./RK
					Re(CU)	Im(CU)	Re(CUS)	Im(CUS)	Betr(CUS)	Phase(CUS)	
-0.012	-0.003	0.013	-2.934	I	-0.008	-0.003	0.008	-2.813			
0.009	0.012	0.015	0.888	I	0.004	0.015	0.016	1.288			
-0.226	0.139	0.265	2.588	I	-0.241	0.140	0.279	2.616			
-0.001	0.003	0.003	2.063	I	-0.001	0.003	0.003	2.063			
-0.005	0.000	0.005	3.113	I	-0.005	0.000	0.005	3.113			
0.001	-0.001	0.001	-0.409	I	0.001	-0.001	0.001	-0.409			

FN=0.000 VS= 0.000m/s OME= 0.839rad/s RLA= 87.500m RMUE= 1.047rad RK= 0.072rad/m
 Realteil, Imaginarteil und Betrag der komplexen Uebertragungsfunktionen der Bewegungen
 Ueb.-funktionen CU in bezug auf Koord.-Ursprung I Ueb.-funktionen CUS bzgl. Schwerpunkt

Re(CU)	Im(CU)	Betr(CU)	Phase(CU)	Betr./RK I	Re(CUS)		Im(CUS)		Betr(CUS) Phase(CUS)		Betr./RK
					Re(CU)	Im(CU)	Re(CUS)	Im(CUS)	Betr(CUS)	Phase(CUS)	
-0.031	0.153	0.157	1.770	I	-0.039	0.133	0.138	1.856			
-0.019	0.045	0.049	1.976	I	-0.030	0.050	0.059	2.107			
0.057	-0.176	0.185	-1.258	I	0.085	-0.103	0.133	-0.879			
0.000	0.005	0.005	1.565	I	0.000	0.005	0.005	1.565			
0.009	0.023	0.025	1.205	I	0.009	0.023	0.025	1.205			
0.003	0.000	0.003	-0.091	I	0.003	0.000	0.003	-0.091			

FN=0.000 VS= 0.000m/s OME= 0.839rad/s RLA= 87.500m RMUE= 0.000rad RK= 0.072rad/m
 Realteil, Imaginarteil und Betrag der komplexen Uebertragungsfunktionen der Bewegungen
 Ueb.-funktionen CU in bezug auf Koord.-Ursprung I Ueb.-funktionen CUS bzgl. Schwerpunkt

Re(CU)	Im(CU)	Betr(CU)	Phase(CU)	Betr./RK I	Re(CUS)		Im(CUS)		Betr(CUS) Phase(CUS)		Betr./RK
					Re(CU)	Im(CU)	Re(CUS)	Im(CUS)	Betr(CUS)	Phase(CUS)	
-0.031	0.153	0.157	1.770	I	-0.039	0.133	0.138	1.856			
-0.019	0.045	0.049	1.976	I	-0.030	0.050	0.059	2.107			
0.057	-0.176	0.185	-1.258	I	0.085	-0.103	0.133	-0.879			
0.000	0.005	0.005	1.565	I	0.000	0.005	0.005	1.565			
0.009	0.023	0.025	1.205	I	0.009	0.023	0.025	1.205			
0.003	0.000	0.003	-0.091	I	0.003	0.000	0.003	-0.091			

Realteil, Imaginärteil und Betrag der komplexen Uebertragungsfunktionen der Bewegungen											
FN=0.000			VS= 0.000m/s			OM= 0.839rad/s			OME= 0.839rad/s		
			RLA= 87.500m			RMUE= 1.571rad			RK= 0.072rad/m		
Ueb.-funktionen CU in bezug auf Koor.-Ursprung I			Ueb.-funktionen CUS bzgl. Schwerpunkt			Re(CUS)			Im(CUS) Betr(CUS)Phase(CUS) Betr./RK		
Re(CU)	Im(CU)	Betr(CU)	Phase(CU)	Betr./RK	I	Re(CUS)	Im(CUS)	Betr(CUS)	Phase(CUS)	Betr./RK	Betr./RK
Laengsbewegung	0.009	0.003	0.010	0.343	I	0.010	-0.002	0.010	-0.202	0.010	-0.202
Querbewegung	0.051	-0.522	0.525	-1.474	I	0.054	-0.521	0.524	-1.467	0.524	-1.467
Tauchbewegung	1.139	-0.768	1.374	-0.593	I	1.138	-0.749	1.362	-0.582	1.362	-0.582
Rollbewegung	0.002	0.000	0.002	-0.140	I	0.000	0.000	0.002	-0.140	0.000	0.030
Stampfbewegung	0.000	0.006	0.006	1.620	I	0.000	0.006	0.006	1.620	0.006	1.620
Gierbewegung	0.000	-0.001	0.001	-2.085	I	0.000	-0.001	0.001	-2.085	0.001	-2.085
Absolutbewegung und Relativbewegung an einigen Punkten											
Punkt-Koordinaten			KA der Relativbewegung			I			KA der Relativbewegung		
x	y	z	laengs	quer	vertikal	laengs	quer	vertikal	laengs	quer	vertikal
-17.50	0.00	0.00	0.01	0.00	0.06	-0.51	1.13	-0.66	0.01	0.00	0.06
-52.50	0.00	-10.15	0.01	-0.06	0.09	-0.49	1.12	-0.45	0.01	-0.06	0.09
-87.50	0.00	0.00	0.01	0.00	0.08	-0.47	1.11	-0.24	0.01	0.00	0.08
87.50	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	-0.58	1.17	-1.30	0.01	0.00	0.02
52.50	0.00	-10.15	0.01	-0.06	0.05	-0.56	1.15	-1.09	0.01	-0.06	0.05
17.50	0.00	0.00	0.01	0.00	0.04	-0.53	1.14	-0.87	0.01	0.00	0.04

Realteil, Imaginärteil und Betrag der komplexen Uebertragungsfunktionen der Bewegungen											
FN=0.000			VS= 0.000m/s			OM= 0.839rad/s			OME= 0.839rad/s		
			RLA= 87.500m			RMUE= 2.094rad			RK= 0.072rad/m		
Ueb.-funktionen CU in bezug auf Koor.-Ursprung I			Ueb.-funktionen CUS bzgl. Schwerpunkt			Re(CUS)			Im(CUS) Betr(CUS)Phase(CUS) Betr./RK		
Re(CU)	Im(CU)	Betr(CU)	Phase(CU)	Betr./RK	I	Re(CUS)	Im(CUS)	Betr(CUS)	Phase(CUS)	Betr./RK	Betr./RK
Laengsbewegung	-0.048	-0.149	0.156	-1.880	I	-0.029	-0.135	0.139	-1.783	0.139	-1.783
Querbewegung	-0.012	0.048	0.049	1.818	I	0.005	0.056	0.056	1.478	0.056	1.478
Tauchbewegung	0.485	-0.111	0.498	-0.224	I	0.420	-0.159	0.449	-0.361	0.449	-0.361
Rollbewegung	0.005	0.006	0.008	0.905	I	0.005	0.006	0.008	0.905	0.006	0.905
Stampfbewegung	-0.021	-0.015	0.026	-2.510	I	-0.021	-0.015	0.026	-2.510	0.026	-2.510
Gierbewegung	-0.004	-0.001	0.004	-2.945	I	-0.004	-0.001	0.004	-2.945	0.004	-2.945
Absolutbewegung und Relativbewegung an einigen Punkten											
Punkt-Koordinaten			KA der Relativbewegung			I			KA der Relativbewegung		
x	y	z	laengs	quer	vertikal	laengs	quer	vertikal	laengs	quer	vertikal
-17.50	0.00	0.00	-0.05	-0.15	0.06	0.06	0.12	-0.38	0.25	0.26	0.57
-52.50	0.00	-10.15	0.16	0.01	0.25	0.15	-0.60	-0.91	1.15	-0.32	1.96
-87.50	0.00	0.00	-0.05	-0.15	0.35	0.12	-1.33	-1.44	-0.05	-0.65	0.35
87.50	0.00	0.00	-0.05	-0.15	-0.37	-0.02	2.30	1.22	-0.05	-0.65	-0.37
52.50	0.00	-10.15	0.16	0.01	-0.18	0.06	1.58	0.69	-0.82	-0.32	-1.89
17.50	0.00	0.00	-0.05	-0.15	-0.08	0.03	0.85	0.16	-0.34	0.26	-0.59

Realteil, Imaginärteil und Betrag der komplexen Uebertragungsfunktionen der Bewegungen											
FN=0.000			VS= 0.000m/s			OM= 0.839rad/s			OME= 0.839rad/s		
			RLA= 87.500m			RMUE= 2.618rad			RK= 0.072rad/m		
Ueb.-funktionen CU in bezug auf Koor.-Ursprung I			Ueb.-funktionen CUS bzgl. Schwerpunkt			Re(CUS)			Im(CUS) Betr(CUS)Phase(CUS) Betr./RK		
Re(CU)	Im(CU)	Betr(CU)	Phase(CU)	Betr./RK	I	Re(CUS)	Im(CUS)	Betr(CUS)	Phase(CUS)	Betr./RK	Betr./RK
Laengsbewegung	-0.010	0.001	0.010	3.067	I	-0.009	0.004	0.010	-0.202	0.010	-0.202
Querbewegung	-0.026	0.027	0.037	2.337	I	-0.021	0.027	0.034	2.245	0.034	2.245
Tauchbewegung	-0.100	0.349	0.363	1.850	I	-0.103	0.338	0.354	1.868	0.354	1.868
Rollbewegung	0.002	0.001	0.002	0.537	I	0.002	0.001	0.002	0.537	0.002	0.537
Stampfbewegung	-0.001	-0.003	0.004	-1.867	I	-0.001	-0.003	0.004	-1.867	0.004	-1.867
Gierbewegung	-0.001	0.000	0.001	2.881	I	-0.001	0.000	0.001	2.881	0.001	2.881
Absolutbewegung und Relativbewegung an einigen Punkten											
Punkt-Koordinaten			KA der Relativbewegung			I			KA der Relativbewegung		
x	y	z	laengs	quer	vertikal	laengs	quer	vertikal	laengs	quer	vertikal
-17.50	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.02	-0.12	0.29	0.29	0.76	0.40	0.43
-52.50	0.00	-10.15	0.00	0.04	0.04	0.02	0.17	0.17	-0.22	-1.75	-0.09
-87.50	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.01	-0.19	0.05	0.05	-0.66	0.58	-0.32
87.50	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.05	-0.01	0.65	0.65	0.64	0.58	0.27
52.50	0.00	-10.15	0.00	0.04	0.05	-0.05	0.53	0.53	0.22	-1.75	0.07
17.50	0.00	0.00	-0.01	0.00	-0.04	0.03	-0.08	0.41	-0.78	0.40	-0.48

Realteil, Imaginärteil und Betrag der komplexen Übertragungsfunktionen der Bewegungen
 FN=0.000 VS= 0.000m/s OME= 0.839rad/s RLA= 87.500m RMUE= 3.142rad RK= 0.072rad/m
 Ueb.-funktionen CU in bezug auf Koor.-Ursprung I Ueb.-funktionen CUS bzgl. Schwerpunkt
 Re(CU) Im(CU) Betr(CU) Phase(CU) Betr./RK I Re(CUS) Im(CUS) Betr(CUS)Phase(CUS) Betr./RK

Laengsbewegung		Querbewegung		Taubebewegung		Rollbewegung		Stampfbewegung		Gierbewegung	
x	y	z	laengs	quer	vertikal	I	laengs	quer	vertikal	I	vertikal
0.013	0.028	0.031	1.149	0.031	1.149	I	0.008	0.028	0.029	1.299	1.299
0.000	0.000	0.000	0.000	-2.806	0.000	I	0.000	0.000	0.000	0.000	-2.979
-0.171	0.324	0.366	2.058	0.366	2.058	I	-0.154	0.325	0.359	2.013	2.013
0.000	0.000	0.000	0.000	2.160	0.000	I	0.000	0.000	0.000	0.000	2.160
0.006	0.000	0.006	0.066	0.066	0.066	I	0.006	0.006	0.006	0.066	0.066
0.000	0.000	0.000	-2.202	0.000	-2.202	I	0.000	0.000	0.000	0.000	-2.202

Absolutbewegung und Relativbewegung an einigen Punkten
 Punkt-Koordinaten KA der Absolutbewegung I KA der Relativbewegung
 x y z laengs quer vertikal I laengs quer vertikal
 -17.50 0.00 0.00 0.01 0.03 0.00 0.00 -0.07 0.33 I 0.96 0.34 0.00 0.00 -0.38 1.28
 -52.50 0.00 -10.15 -0.04 0.02 0.00 0.00 0.12 0.34 I -1.26 -1.65 0.00 0.00 1.79 -0.88
 -87.50 0.00 0.00 0.01 0.03 0.00 0.00 0.31 0.36 I 0.01 1.03 0.00 0.00 -0.69 0.36
 87.50 0.00 0.00 0.01 0.03 0.00 0.00 -0.65 0.29 I 0.01 1.03 0.00 0.00 -1.65 0.29
 52.50 0.00 -10.15 -0.04 0.02 0.00 0.00 -0.46 0.30 I 1.18 -1.65 0.00 0.00 1.22 1.52
 17.50 0.00 0.00 0.01 0.03 0.00 0.00 -0.27 0.32 I -0.94 0.34 0.00 0.00 -0.58 -0.63

Realteil, Imaginärteil und Betrag der komplexen Übertragungsfunktionen der Bewegungen
 FN=0.000 VS= 0.000m/s OME= 0.685rad/s RLA= 131.250m RMUE= 0.000rad RK= 0.048rad/m
 Ueb.-funktionen CU in bezug auf Koor.-Ursprung I Ueb.-funktionen CUS bzgl. Schwerpunkt
 Re(CU) Im(CU) Betr(CU) Phase(CU) Betr./RK I Re(CUS) Im(CUS) Betr(CUS)Phase(CUS) Betr./RK

Laengsbewegung		Querbewegung		Taubebewegung		Rollbewegung		Stampfbewegung		Gierbewegung	
x	y	z	laengs	quer	vertikal	I	laengs	quer	vertikal	I	vertikal
-0.056	0.132	0.144	1.971	0.144	1.971	I	-0.053	0.121	0.132	1.985	1.985
0.000	0.000	0.000	0.000	0.349	0.000	I	0.000	0.000	0.000	0.000	0.393
-0.030	-0.034	0.046	-2.301	0.046	-2.301	I	-0.041	0.006	0.041	2.994	2.994
0.000	0.000	0.000	0.000	-1.461	0.000	I	0.000	0.000	0.000	0.000	-1.461
-0.003	0.013	0.013	1.822	0.013	1.822	I	-0.003	0.013	0.013	1.822	1.822
0.000	0.000	0.000	-1.049	0.000	-1.049	I	0.000	0.000	0.000	0.000	-1.049

Absolutbewegung und Relativbewegung an einigen Punkten
 Punkt-Koordinaten KA der Absolutbewegung I KA der Relativbewegung
 x y z laengs quer vertikal I laengs quer vertikal
 -17.50 0.00 0.00 -0.06 0.13 0.00 0.00 -0.09 0.19 I 0.69 0.54 0.00 0.00 -0.76 -0.56
 -52.50 0.00 -10.15 -0.02 0.00 0.00 0.00 -0.20 0.63 I 0.93 1.32 0.00 0.00 1.11 -0.32
 -87.50 0.00 0.00 -0.06 0.13 0.00 0.00 -0.32 1.07 I -0.92 0.63 0.00 0.00 0.18 1.94
 87.50 0.00 0.00 -0.06 0.13 0.00 0.00 0.25 -1.14 I 0.81 0.63 0.00 0.00 0.75 -2.01
 52.50 0.00 -10.15 -0.02 0.00 0.00 0.00 0.14 -0.70 I -0.98 1.32 0.00 0.00 1.46 0.26
 17.50 0.00 0.00 -0.06 0.13 0.00 0.00 0.03 -0.26 I -0.80 0.54 0.00 0.00 -0.64 0.49

Realteil, Imaginärteil und Betrag der komplexen Übertragungsfunktionen der Bewegungen
 FN=0.000 VS= 0.000m/s OME= 0.685rad/s RLA= 131.250m RMUE= 0.524rad RK= 0.048rad/m
 Ueb.-funktionen CU in bezug auf Koor.-Ursprung I Ueb.-funktionen CUS bzgl. Schwerpunkt
 Re(CU) Im(CU) Betr(CU) Phase(CU) Betr./RK I Re(CUS) Im(CUS) Betr(CUS)Phase(CUS) Betr./RK

Laengsbewegung		Querbewegung		Taubebewegung		Rollbewegung		Stampfbewegung		Gierbewegung	
x	y	z	laengs	quer	vertikal	I	laengs	quer	vertikal	I	vertikal
-0.062	0.197	0.206	1.874	0.206	1.874	I	-0.059	0.181	0.191	1.885	1.885
0.009	-0.022	0.024	-1.183	0.024	-1.183	I	0.019	-0.030	0.036	-1.000	-1.000
0.123	-0.050	0.133	-0.383	0.133	-0.383	I	0.114	0.006	0.114	0.051	0.051
0.001	-0.008	0.008	-1.505	0.008	-1.505	I	0.001	-0.008	0.008	-1.505	-1.505
-0.003	0.018	0.018	1.745	0.018	1.745	I	-0.003	0.018	0.018	1.745	1.745
-0.003	0.000	0.000	3.044	0.066	3.044	I	-0.003	0.000	0.000	3.044	3.044

Realteil, Imaginarteil und Betrag der komplexen Übertragungsfunktionen der Bewegungen
 FN=0.000 VS= 0.000m/s OME= 0.685rad/s RLA= 131.250m RMUE= 1.047rad RK= 0.048rad/m
 Ueb.-funktionen CU in bezug auf Koor.-Ursprung I Ueb.-funktionen CUS bzgl. Schwerpunkt

	Re(CU)	Im(CU)	Betr(CU)	Phase(CU)	Betr./RK	Re(CUS)	Im(CUS)	Betr(CUS)	Phase(CUS)	Betr./RK
Laengsbewegung	-0.033	0.268	0.270	1.692	I	-0.033	0.248	0.251	1.703	0.157
Querbewegung	-0.004	0.193	0.193	1.594	I	-0.024	0.200	0.202	1.690	0.465
Tauchbewegung	0.664	-0.167	0.685	-0.247	I	0.665	-0.097	0.672	-0.145	0.157
Rollbewegung	-0.003	0.007	0.008	1.972	I	-0.003	0.007	0.008	1.972	0.157
Stampfbewegung	0.000	0.022	0.022	1.558	I	0.000	0.022	0.022	1.558	0.465
Gierbewegung	0.005	0.000	0.005	-0.054	I	0.005	0.000	0.005	-0.054	0.112

Absolutbewegung und Relativbewegung an einigen Punkten
 KA der Relativbewegung

	laengs	quer	vertikal	I	laengs	quer	vertikal							
-17.50	0.00	0.27	-0.10	0.20	0.17	-0.19	-0.45	0.99	-0.24	-0.18				
-52.50	0.00	-0.04	0.04	0.28	1.00	I	0.74	-0.21	1.65	0.71	0.18	-0.54		
-87.50	0.00	-0.03	0.27	-0.47	0.22	1.78	I	0.40	0.52	-1.22	-0.21	1.19	0.92	
87.50	0.00	-0.03	0.27	0.46	0.17	0.64	-2.12	I	-0.47	0.52	1.21	-0.27	1.14	-1.25
52.50	0.00	-0.04	0.04	0.25	0.25	0.65	-1.34	I	-0.81	-0.21	1.59	0.68	0.15	0.21
17.50	0.00	-0.03	0.27	0.09	0.19	0.66	-0.56	I	-0.24	-0.19	0.44	0.98	-0.25	-0.15

Realteil, Imaginarteil und Betrag der komplexen Übertragungsfunktionen der Bewegungen
 FN=0.000 VS= 0.000m/s OME= 0.685rad/s RLA= 131.250m RMUE= 1.571rad RK= 0.048rad/m
 Ueb.-funktionen CU in bezug auf Koor.-Ursprung I Ueb.-funktionen CUS bzgl. Schwerpunkt

	Re(CU)	Im(CU)	Betr(CU)	Phase(CU)	Betr./RK	Re(CUS)	Im(CUS)	Betr(CUS)	Phase(CUS)	Betr./RK
Laengsbewegung	0.013	0.000	0.013	0.033	I	0.015	0.000	0.015	0.015	-0.018
Querbewegung	0.031	-0.614	0.614	-1.520	I	0.033	-0.615	0.615	-1.517	-0.1517
Tauchbewegung	1.161	-0.122	1.167	-0.105	I	1.156	-0.120	1.162	-0.103	0.069
Rollbewegung	0.002	-0.003	0.003	-0.963	I	0.002	-0.003	0.003	-0.963	0.035
Stampfbewegung	-0.001	0.001	0.002	2.644	I	-0.001	0.001	0.002	2.644	0.010
Gierbewegung	0.000	0.000	0.000	-1.995	I	0.000	0.000	0.000	-1.995	0.000

Absolutbewegung und Relativbewegung an einigen Punkten
 KA der Relativbewegung

	laengs	quer	vertikal	I	laengs	quer	vertikal							
-17.50	0.00	0.00	0.03	-0.61	1.14	-0.11	I	0.01	0.00	0.03	0.39	0.14	-0.11	
-52.50	0.00	-0.01	0.06	-0.62	1.08	-0.08	I	0.03	-0.01	0.06	1.01	-0.54	-0.08	
-87.50	0.00	0.00	0.05	-0.57	1.03	-0.05	I	0.01	0.00	0.05	0.43	0.03	-0.05	
87.50	0.00	0.00	0.01	-0.65	1.29	-0.19	I	0.01	0.00	0.01	0.35	0.29	-0.19	
52.50	0.00	-0.01	0.04	-0.66	1.24	-0.16	I	0.03	-0.01	0.04	0.96	-0.39	-0.16	
17.50	0.00	0.01	0.00	0.03	-0.62	1.19	-0.14	I	0.01	0.00	0.03	0.38	0.19	-0.14

Realteil, Imaginarteil und Betrag der komplexen Übertragungsfunktionen der Bewegungen
 FN=0.000 VS= 0.000m/s OME= 0.685rad/s RLA= 131.250m RMUE= 2.094rad RK= 0.048rad/m
 Ueb.-funktionen CU in bezug auf Koor.-Ursprung I Ueb.-funktionen CUS bzgl. Schwerpunkt

	Re(CU)	Im(CU)	Betr(CU)	Phase(CU)	Betr./RK	Re(CUS)	Im(CUS)	Betr(CUS)	Phase(CUS)	Betr./RK
Laengsbewegung	-0.038	-0.267	0.270	-1.710	I	-0.030	-0.249	0.251	-1.691	0.180
Querbewegung	-0.011	0.200	0.200	1.627	I	0.010	0.207	0.207	1.522	0.472
Tauchbewegung	0.737	-0.035	0.738	-0.048	I	0.710	-0.102	0.718	-0.142	0.114
Rollbewegung	0.004	0.007	0.009	1.031	I	0.004	0.007	0.009	1.031	0.180
Stampfbewegung	-0.008	-0.021	0.023	-1.949	I	-0.008	-0.021	0.023	-1.949	0.472
Gierbewegung	-0.005	0.000	0.005	-3.105	I	-0.005	0.000	0.005	-3.105	0.114

Absolutbewegung und Relativbewegung an einigen Punkten
 KA der Relativbewegung

	laengs	quer	vertikal	I	laengs	quer	vertikal							
-17.50	0.00	0.00	-0.27	0.08	0.20	-0.40	I	0.17	0.19	0.44	0.99	-0.32	0.00	
-52.50	0.00	-0.05	0.05	0.32	0.29	0.30	-1.14	I	0.82	0.20	1.66	0.72	-0.20	0.41
-87.50	0.00	-0.04	-0.27	0.46	0.22	0.01	-1.87	I	-0.40	-0.52	1.21	-0.22	0.51	-1.01
87.50	0.00	-0.04	-0.27	-0.49	0.18	1.47	1.80	I	-0.47	-0.52	-1.24	-0.25	1.97	0.94
52.50	0.00	-0.05	-0.05	-0.25	0.26	1.18	1.07	I	-0.73	0.20	-1.59	0.70	-0.67	-0.48
17.50	0.00	-0.04	-0.27	-0.11	0.20	0.88	0.33	I	-0.24	0.19	-0.46	0.99	-0.03	-0.07

7.9 Beispiel für Eingabedaten M9.DAT (log. Nr. 8) des Programms YPLOT

BETRAG DER UEBERTRAGUNGSFUNKTION DER SCHIFFSBEWEGUNG BZGL. SCHWERPUNKT
CONTAINERSCHIFF S-175 BEI FN=0.00

X-RICHTUNG DREHUNG [Y/k]		Y-RICHTUNG VERSCHIEBUNG [Y]		Z-RICHTUNG		
LAMBDA/L						
Y						
3 1 1 0	0.00	2.00	4.00	2.00	4.00	0.00
	10		2		2	1
	0.5000000		2.8420525E-02		0.7500000	0.1323337
	0.3229867		1.2500000		0.4604338	1.5000000
	2.0000000		0.6641058		2.5000000	0.7232387
	0.7586725		3.5000000		0.7817872	4.0000000
	10		3		3	1
	0.5000000		8.4510799E-03		0.7500000	0.1905243
	0.3515626		1.2500000		0.4566910	1.5000000
	2.0000000		0.6044116		2.5000000	0.6464415
	0.6717111		3.5000000		0.6883537	4.0000000
	10		4		4	1
	0.5000000		0.1384066		0.7500000	0.2505355
	0.3088430		1.2500000		0.3416351	1.5000000
	2.0000000		0.3854633		2.5000000	0.3984244
	0.4068261		3.5000000		0.4129173	4.0000000
	10		5		5	1
	0.5000000		9.9554500E-03		0.7500000	1.4528099E-02
	1.8646006E-02		1.2500000		2.2859447E-02	1.5000000
	2.0000000		3.5577055E-02		2.5000000	4.4067156E-02
	5.2556459E-02		3.5000000		6.1044984E-02	4.0000000
	10		6		6	1
	0.5000000		0.1385646		0.7500000	0.2505934
	0.3089054		1.2500000		0.3417021	1.5000000
	2.0000000		0.3855048		2.5000000	0.3984576
	0.4068528		3.5000000		0.4129393	4.0000000
	10		7		7	1
	0.5000000		1.0017734E-02		0.7500000	0.1899850
	0.3512821		1.2500000		0.4565526	1.5000000
	2.0000000		0.6043966		2.5000000	0.6464441
	0.6717196		3.5000000		0.6883641	4.0000000
	10		8		8	1
	0.5000000		2.9117949E-02		0.7500000	0.1317972
	0.3226301		1.2500000		0.4602335	1.5000000
	2.0000000		0.6640708		2.5000000	0.7232306
	0.7586749		3.5000000		0.7817940	4.0000000
	10		9		9	1
	0.5000000		1.2559430E-07		0.7500000	2.3317342E-07
	2.9213498E-07		1.2500000		2.7028921E-07	1.5000000
	2.0000000		1.1459085E-07		2.5000000	1.3196143E-07
	1.2546714E-07		3.5000000		9.3599517E-08	4.0000000
	10		3		3	1
	0.5000000		1.5998136E-02		0.7500000	3.5919134E-02
	0.1418181		1.2500000		0.2291678	1.5000000
	2.0000000		0.3593000		2.5000000	0.4029087
	0.4296464		3.5000000		0.4322636	4.0000000
	10		4		4	1
	0.5000000		5.8716774E-02		0.7500000	0.2017002
	0.2925728		1.2500000		0.3476792	1.5000000
	2.0000000		0.4151629		2.5000000	0.4406398
	0.4572013		3.5000000		0.4550997	4.0000000
	10		5		5	1

0.5000000	0.5235330	0.7500000	0.6154255	1.0000000
0.6772021	1.2500000	0.7181899	1.5000000	0.7295618
2.0000000	0.7678626	2.5000000	0.7957928	3.0000000
0.8171041	3.5000000	0.8101999	4.0000000	0.8199162
10	6	6	1	
0.5000000	5.5918336E-02	0.7500000	0.2070686	1.0000000
0.2948764	1.2500000	0.3481142	1.5000000	0.3752977
2.0000000	0.4162232	2.5000000	0.4417024	3.0000000
0.4602539	3.5000000	0.4588168	4.0000000	0.4649949
10	7	7	i	
0.5000000	3.4054615E-02	0.7500000	4.2686313E-02	1.0000000
0.1463088	1.2500000	0.2310358	1.5000000	0.2872016
2.0000000	0.3609859	2.5000000	0.4046233	3.0000000
0.4346204	3.5000000	0.4384441	4.0000000	0.4483268
10	8	8	1	
0.5000000	6.9938203E-08	0.7500000	1.8340127E-07	1.0000000
3.2775876E-07	1.2500000	2.8222345E-07	1.5000000	3.6249509E-07
2.0000000	5.4468399E-07	2.5000000	5.8971023E-07	3.0000000
5.8345358E-07	3.5000000	5.4366774E-07	4.0000000	4.7993814E-07
3 1 1 0				
0.00	2.00	4.00	2.00	4.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	2	2	1	
0.5000000	0.2324171	0.7500000	4.1221134E-02	1.0000000
0.2891380	1.2500000	0.5090797	1.5000000	0.6191902
2.0000000	0.7847929	2.5000000	0.8710142	3.0000000
0.9183103	3.5000000	0.9455194	4.0000000	0.9617614
10	3	3	1	
0.5000000	0.2785510	0.7500000	0.1138238	1.0000000
0.4339265	1.2500000	0.6215155	1.5000000	0.7015520
2.0000000	0.8359284	2.5000000	0.9049216	3.0000000
0.9420786	3.5000000	0.9629461	4.0000000	0.9750099
10	4	4	1	
0.5000000	0.1334378	0.7500000	0.6716926	1.0000000
0.8270152	1.2500000	0.8982207	1.5000000	0.8950521
2.0000000	0.9522502	2.5000000	0.9816539	3.0000000
0.9960840	3.5000000	1.002843	4.0000000	1.005607
10	5	5	1	
0.5000000	1.362256	0.7500000	1.162101	1.0000000
1.084574	1.2500000	1.056148	1.5000000	0.9983646
2.0000000	1.008097	2.5000000	1.015971	3.0000000
1.018964	3.5000000	1.019013	4.0000000	1.017552
10	6	6	1	
0.5000000	0.4493217	0.7500000	0.7177578	1.0000000
0.8411767	1.2500000	0.9047688	1.5000000	0.9013469
2.0000000	0.9547030	2.5000000	0.9826970	3.0000000
0.9965835	3.5000000	1.003119	4.0000000	1.005787
10	7	7	1	
0.5000000	0.3536480	0.7500000	0.1854850	1.0000000
0.4524516	1.2500000	0.6303650	1.5000000	0.7105995
2.0000000	0.8396595	2.5000000	0.9065461	3.0000000
0.9428647	3.5000000	0.9633842	4.0000000	0.9752986
10	8	8	1	
0.5000000	0.3593202	0.7500000	0.1118300	1.0000000
0.3058166	1.2500000	0.5164664	1.5000000	0.6278026
2.0000000	0.7884091	2.5000000	0.8725632	3.0000000
0.9190372	3.5000000	0.9459129	4.0000000	0.9620196
3 1 1 0				
0.00	10.00	4.00	10.00	4.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	2	2	1	
0.5000000	8.6086786E-08	0.7500000	1.1507626E-07	1.0000000
1.9152128E-07	1.2500000	2.3166729E-07	1.5000000	3.1855373E-07

2.000000	9.1315422E-07	2.500000	2.0357782E-06	3.000000
5.0529602E-06	3.500000	7.6129809E-06	4.000000	4.4417216E-06
10	3	3	1	
0.5000000	3.9808296E-02	0.7500000	0.1690436	1.000000
0.3226405	1.250000	0.4400634	1.500000	0.5628482
2.000000	0.9047747	2.500000	1.604756	3.000000
3.534629	3.500000	4.935378	4.000000	2.729175
10	4	4	1	
0.5000000	6.7632519E-02	0.7500000	0.1567363	1.000000
0.2217730	1.250000	0.2861273	1.500000	0.3802978
2.000000	0.6604265	2.500000	1.261551	3.000000
2.943370	3.500000	4.286833	4.000000	2.443981
10	5	5	1	
0.5000000	3.0053731E-02	0.7500000	6.8809539E-02	1.000000
0.1340014	1.250000	0.2266498	1.500000	0.3820466
2.000000	0.8398610	2.500000	1.807485	3.000000
4.500927	3.500000	6.809791	4.000000	3.974984
10	6	6	1	
0.5000000	0.1053536	0.7500000	0.1802033	1.000000
0.2359448	1.250000	0.2990270	1.500000	0.3752558
2.000000	0.6548794	2.500000	1.264554	3.000000
2.969877	3.500000	4.338184	4.000000	2.475089
10	7	7	1	
0.5000000	2.6055040E-02	0.7500000	0.2044177	1.000000
0.3577526	1.250000	0.4730644	1.500000	0.5769007
2.000000	0.9114673	2.500000	1.618863	3.000000
3.581710	3.500000	5.017188	4.000000	2.778128
10	8	8	1	
0.5000000	1.2121427E-07	0.7500000	1.0966107E-07	1.000000
5.5939813E-07	1.250000	8.7327049E-07	1.500000	3.4607427E-07
2.000000	6.9114196E-07	2.500000	1.7695652E-06	3.000000
4.8084089E-06	3.500000	7.7663126E-06	4.000000	4.7906656E-06
3 1 1 0				
0.00	2.00	4.00	2.00	4.00
10	2	2	1	
0.5000000	0.1146391	0.7500000	0.2733335	1.000000
0.5438151	1.250000	0.7029601	1.500000	0.7692508
2.000000	0.8787381	2.500000	0.9320282	3.000000
0.9593421	3.500000	0.9739397	4.000000	0.9819238
10	3	3	1	
0.5000000	6.7901328E-02	0.7500000	0.3721325	1.000000
0.5766837	1.250000	0.6858845	1.500000	0.7214822
2.000000	0.7943247	2.500000	0.8290017	3.000000
0.8460862	3.500000	0.8546887	4.000000	0.8589775
10	4	4	1	
0.5000000	0.3458939	0.7500000	0.4654355	1.000000
0.4947698	1.250000	0.5062721	1.500000	0.4934375
2.000000	0.5042801	2.500000	0.5087546	3.000000
0.5098661	3.500000	0.5094984	4.000000	0.5085346
10	5	5	1	
0.5000000	8.4313646E-02	0.7500000	3.4651693E-02	1.000000
2.5341669E-02	1.250000	2.2571569E-02	1.500000	2.0654550E-02
2.000000	2.0927399E-02	2.500000	2.1870287E-02	3.000000
2.3260340E-02	3.500000	2.4989994E-02	4.000000	2.6973952E-02
10	6	6	1	
0.5000000	0.3580483	0.7500000	0.4722403	1.000000
0.4971121	1.250000	0.5056121	1.500000	0.4898254
2.000000	0.4998509	2.500000	0.5046611	3.000000
0.5061558	3.500000	0.5060106	4.000000	0.5051081
10	7	7	1	
0.5000000	4.9866304E-02	0.7500000	0.4047593	1.000000

0.6011871	1.250000	0.7025543	1.500000	0.7313786
2.000000	0.7983902	2.500000	0.8306000	3.000000
0.8464283	3.500000	0.8542309	4.000000	0.8579060
10	8	8	1	
0.5000000	7.6887943E-02	0.7500000	0.3042732	1.000000
0.5729704	1.250000	0.7249708	1.500000	0.7839801
2.000000	0.8862011	2.500000	0.9359868	3.000000
0.9613801	3.500000	0.9747469	4.000000	0.9818259
3 1 1 0				
0.00	1.00	4.00	1.00	4.00
10	2	2	1	
0.5000000	4.8676558E-08	0.7500000	1.0198180E-07	1.000000
1.2085769E-07	1.250000	1.2658317E-07	1.500000	9.2265793E-08
2.000000	1.6151670E-07	2.500000	3.6468708E-07	3.000000
5.6791799E-07	3.500000	6.8316143E-07	4.000000	8.6706791E-07
10	3	3	1	
0.5000000	1.7756376E-02	0.7500000	6.5762013E-02	1.000000
0.1544228	1.250000	0.2150555	1.500000	0.2484604
2.000000	0.2915745	2.500000	0.3105569	3.000000
0.3037697	3.500000	0.3095047	4.000000	0.3448886
10	4	4	1	
0.5000000	4.6902139E-02	0.7500000	0.1116637	1.000000
0.1470398	1.250000	0.1670095	1.500000	0.1757617
2.000000	0.1878079	2.500000	0.1911092	3.000000
0.1781040	3.500000	0.1715704	4.000000	0.1991950
10	5	5	1	
0.5000000	1.0179047E-02	0.7500000	1.0320157E-02	1.000000
1.1271981E-02	1.250000	1.3357909E-02	1.500000	1.2966256E-02
2.000000	1.5541142E-02	2.500000	2.3426557E-02	3.000000
4.9796820E-02	3.500000	7.3171914E-02	4.000000	4.4736683E-02
10	6	6	1	
0.5000000	5.8639448E-02	0.7500000	0.1136994	1.000000
0.1461303	1.250000	0.1665383	1.500000	0.1740534
2.000000	0.1883528	2.500000	0.1988249	3.000000
0.2195531	3.500000	0.2525882	4.000000	0.2299727
10	7	7	1	
0.5000000	1.2891640E-02	0.7500000	7.2648197E-02	1.000000
0.1551520	1.250000	0.2136596	1.500000	0.2479384
2.000000	0.2927184	2.500000	0.3193928	3.000000
0.3509265	3.500000	0.3989747	4.000000	0.3771645
10	8	8	1	
0.5000000	3.5143263E-08	0.7500000	1.4146283E-07	1.000000
1.8791393E-07	1.250000	1.7684388E-07	1.500000	2.3828858E-07
2.000000	4.9056320E-07	2.500000	7.6237222E-07	3.000000
1.0111020E-06	3.500000	1.1257480E-06	4.000000	1.3087338E-06
PHASE DER UEBERTRAGUNGSFUNKTION DER SCHIFFSBEWEGUNG BZGL. SCHWERPUNKT				
CONTAINERSCHIFF S-175 BEI FN=0.00				
LAMBDA/L				
Y				
X-RICHTUNG		Y-RICHTUNG		Z-RICHTUNG
DREHUNG [Y/k]		VERSCHIEBUNG [Y]		
4 1 1 0				
0 3.15	4 3.15	4 -3.15	0 -3.15	
10	2	2	1	
0.5000000	-1.159992	0.7500000	1.984558	1.000000
1.814999	1.250000	1.742122	1.500000	1.697528
2.000000	1.643436	2.500000	1.608771	3.000000

7.10 Beispiel für Weiterverarbeitungsdaten M10.DAT (log. Nr. 13) des Programms BUEF6G

```
0.8393062      0.0000000E+00      1 (6.7392532E-03,-3.1749897E-02)
(1.1787984E-07,-5.8464426E-08) (-0.1880300,0.1308321)
(5.2765081E-09,3.2205509E-09) (-5.1802294E-03,-6.3977158E-03)
(1.8249759E-09,-2.9811063E-09) (1.1349658E-02,-2.6055930E-02)
(1.1680170E-07,-4.6165916E-08) (-0.2044202,0.1105897)
(6.7392532E-03,-3.1749897E-02) (1.4981691E-07,-1.1063378E-07)
(-9.7375959E-02,0.2427921) (0.9510565,0.3090169) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.3090169,-0.9510565) (-0.9443173,-0.3407668) (1.4981691E-07,-1.1063378E-07)
(-0.4063928,1.193849) (0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00) (87.50000,131.2500)
(175.0000,218.7500) (262.5000,350.0000) (-0.9443173,-0.3407668)
(1.4981691E-07,-1.1063378E-07) (-0.4063928,1.193849)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00) (87.50000,131.2500)
(175.0000,218.7500) (262.5000,350.0000) (437.5000,525.0000) (612.5000,700.0000)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.5235988,1.047198)
0.8393062      0.0000000E+00      2 (-1.2337025E-02,-2.6023043E-03)
(9.3635321E-03,1.1517584E-02) (-0.2255616,0.1392668)
(-1.3499879E-03,2.5196881E-03) (-4.8738606E-03,1.3919619E-04)
(1.1699740E-03,-5.0685887E-04) (-7.9992898E-03,-2.7261889E-03)
(4.4602454E-03,1.5363808E-02) (-0.2409825,0.1397072)
(-1.2337025E-02,-2.6023043E-03) (2.9838078E-02,2.6475545E-03)
(-0.1402691,0.1368308) (0.7671512,0.4018444) (-0.4429151,-0.2320050)
(0.4640099,-0.8858300) (-0.7794883,-0.4044467) (0.4727531,0.2346525)
(-0.6042790,1.022661) (0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00) (87.50000,131.2500)
(175.0000,218.7500) (262.5000,350.0000) (-0.7794883,-0.4044467)
(0.4727531,0.2346525) (-0.6042790,1.022661) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (87.50000,131.2500) (175.0000,218.7500)
(262.5000,350.0000) (437.5000,525.0000) (612.5000,700.0000)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.5235988,1.047198)
0.8393062      0.0000000E+00      3 (-3.1035539E-02,0.1534621)
(-1.9387364E-02,4.5199394E-02) (5.6982994E-02,-0.1761975)
(2.8616749E-05,4.8564603E-03) (8.8779554E-03,2.3197040E-02)
(3.3540123E-03,-3.0599048E-04) (-3.8936920E-02,0.1328168)
(-2.9973989E-02,5.0489798E-02) (8.5072845E-02,-0.1028021)
(-3.1035539E-02,0.1534621) (3.9307851E-02,3.9844561E-02)
(-9.8381221E-02,-0.5821458) (0.2938925,0.4045084) (-0.5090369,-0.7006294)
(0.8090171,-0.5877852) (-0.3249281,-0.2510463) (0.5483447,0.7404739)
(-0.9073983,5.6394339E-03) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (87.50000,131.2500) (175.0000,218.7500)
(262.5000,350.0000) (-0.3249281,-0.2510463) (0.5483447,0.7404739)
(-0.9073983,5.6394339E-03) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (87.50000,131.2500) (175.0000,218.7500)
(262.5000,350.0000) (437.5000,525.0000) (612.5000,700.0000)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.5235988,1.047198)
0.8393062      0.0000000E+00      4 (9.4865821E-03,3.3835450E-03)
(5.0965577E-02,-0.5224866) (1.138834,-0.7680998) (2.1370766E-03,-3.0045188E-04)
(-2.9916674E-04,6.0469848E-03) (-3.5937523E-04,-6.3648709E-04)
```

(9.7528407E-03,-1.9982716E-03) (5.4004639E-02,-0.5207402) (1.137888,-0.7489671)
(9.4865821E-03,3.3835450E-03) (4.4676512E-02,-0.5336251) (1.144070,-0.8739220)
(1.0002496E-13,-2.8212997E-07) (3.5453502E-07,-1.000000) (1.000000,3.5453502E-07)
(9.4865821E-03,3.3838272E-03) (4.4676159E-02,0.4663749) (0.1440698,-0.8739224)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00) (87.50000,131.2500)
(175.0000,218.7500) (262.5000,350.0000) (9.4865821E-03,3.3838272E-03)
(4.4676159E-02,0.4663749) (0.1440698,-0.8739224) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (87.50000,131.2500) (175.0000,218.7500)
(262.5000,350.0000) (437.5000,525.0000) (612.5000,700.0000)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.5235988,1.047198)
0.8393062 0.0000000E+00 5 (-4.7613233E-02,-0.1489786)
(-1.2049079E-02,4.7780991E-02) (0.4859961,-0.1106851)
(4.6724835E-03,5.9498195E-03) (-2.0747561E-02,-1.5184775E-02)
(-4.1296873E-03,-8.2236377E-04) (-2.9147904E-02,-0.1354642)
(5.1757619E-03,5.5678289E-02) (0.4203508,-0.1587297) (-4.7613233E-02,-0.1489786)
(-8.4318608E-02,3.3389624E-02) (0.8490785,0.1550485) (0.2938929,-0.4045086)
(0.5090371,-0.7006290) (0.8090168,0.5877855) (-0.3415061,0.2555300)
(-0.5933557,0.7340186) (4.0061653E-02,-0.4327370) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (87.50000,131.2500) (175.0000,218.7500)
(262.5000,350.0000) (-0.3415061,0.2555300) (-0.5933557,0.7340186)
(4.0061653E-02,-0.4327370) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (87.50000,131.2500) (175.0000,218.7500)
(262.5000,350.0000) (437.5000,525.0000) (612.5000,700.0000)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.5235988,1.047198)
0.8393062 0.0000000E+00 6 (-1.0194869E-02,7.6389045E-04)
(-2.5507718E-02,2.6516080E-02) (-0.1000962,0.3490284)
(1.6077654E-03,9.5685269E-04) (-1.0457392E-03,-3.4246892E-03)
(-8.9454826E-04,2.3820689E-04) (-9.2641609E-03,3.8118639E-03)
(-2.1246456E-02,2.6613994E-02) (-0.1034049,0.3381927)
(-1.0194869E-02,7.6389045E-04) (-4.1162312E-02,3.0684700E-02)
(-8.1795759E-02,0.4089605) (0.7671516,-0.4018442) (0.4429148,-0.2320046)
(0.4640096,0.8858302) (-0.7773465,0.4026081) (-0.4840771,0.2626894)
(-0.5458054,-0.4768697) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (87.50000,131.2500) (175.0000,218.7500)
(262.5000,350.0000) (-0.7773465,0.4026081) (-0.4840771,0.2626894)
(-0.5458054,-0.4768697) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (87.50000,131.2500) (175.0000,218.7500)
(262.5000,350.0000) (437.5000,525.0000) (612.5000,700.0000)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.0000000E+00,0.0000000E+00)
(0.0000000E+00,0.0000000E+00) (0.5235988,1.047198)
0.8393062 0.0000000E+00 7 (1.2720667E-02,2.8374866E-02)
(-6.9416785E-08,-2.4221890E-08) (-0.1712730,0.3235617)
(-4.8382298E-09,7.2355713E-09) (5.5089928E-03,3.6628841E-04)
(-1.4883460E-09,-2.0379376E-09) (7.8176633E-03,2.8048869E-02)
(-6.9013680E-08,-1.1334198E-08) (-0.1538425,0.3247206)

8 Anhang 2 : Programmtexte

8.1 Programm YEUNGB

8.2 Programm FLA

8.3 Programm RDM

8.4 Programm BUEF6G

8.5 Programm YPLOT

8.1 Programm YEUNGB

```
PROGRAM YEUNGB
C-----
C-          FUER ASYMMETRISCHE QUERSCHNITTE -
C- Berechnung hydrodynamischer Kraefte und Momente durch harmonische -
C- Oszillationen des Koerpers in 3 Freiheitsgraden sowie durch erre- -
C- gende Wellen bei ruhendem Koerper. -
C- -
C- Alle Verweise auf Formelnummern in den Kommentaren beziehen sich -
C- auf die Arbeit : "A SINGULARITY DISTRIBUTION METHOD FOR FREE-SUR- -
C- FACE FLOW PROBLEMS WITH AN OSCILLATING BODY", R.W.YEUNG, UNIV.OF -
C- CALIF.BERKELEY,COLLEGE OF ENGINEERING,REP.NO. NA 73-6 -
C- Diese Arbeit ist in der Bibliothek vorhanden. -
C- Weitere Literatur : Bai,K.J. ,Yeung,R.W. ,"Numerical Solutions to -
C- Free Surface Flow Problems",10th ONR-Symp. -
C- -
C- Erklaerung der wichtigsten Parameter und Variablen -
C- NKM,NFM -> max. Elementanzahl auf Koerper bzw. -
C- auf jeder Seite der freien Oberflaeche -
C- NFPM,MUEM -> max. Anzahl Frequenzen bzw. Begegnungswinkel -
C- NPM -> max. Elementanzahl = NKM+2NFM+2Randelemente -
C- Die obigen Parameter koennen geaendert werden, indem in ALLEN -
C- Parameteranweisungen und im Kommentar der Routine INPUT -
C- andere Werte angegeben werden. -
C- AR -> reeller Teil der Koeffizientenmatrix -
C- AC -> Komplexe Spalten und rechte Seiten der Koeffi- -
C- zientenmatrizen -
C- PHIC -> Komplexes Potential -
C- X,Y -> Kollokationspunkte auf Koerper und fr. Oberfl. -
C- jeweils auf Elementmitte gelegen -
C- NX,NY -> Normaleneinheitsvektoren bei X,Y, aus Fluss. herausz. -
C- XIA,XIE -> X- und Y-Koordinaten der Anfaenge und Enden der -
C- ETAA,ETAE Elemente -
C- -
C- Autor: Dipl.-Ing. Achner. Aenderungen von Soeding August 1987 -
C-----
C- Die Saetze mit "!" wurden von Zhou geaendert. Juni 1988 -
C-----

PARAMETER (NKM=40,NFM=50,NFPM=15,MUEM=10,NPM=NKM+2*NFM+2)
REAL AR(NPM,NPM-2)
REAL XIA(NPM),XIE(NPM),ETAA(NPM),ETAE
& (NPM),X(NPM),Y(NPM),NX(NPM),NY(NPM),OMEG(NFPM),FP(NFPM),
& CM(3),CD(3),AQUER(3)
REAL PHIDR(NKM,MUEM),PHIDI(NKM,MUEM),MUE(MUEM),ER(MUEM),EI(MUEM)
COMPLEX AC(NPM,5+MUEM),PHIC(NPM,3+MUEM)
COMPLEX R1(NPM),R2(NPM),R3(NPM)
COMMON/SAVE1/G,RHO,DR,ED,QMAT(NPM,NPM-2),PMAT(NPM,2*NFM),R1,R2,R3
COMMON /INOUT/ IN, IOUT, IOTXT

OPEN(UNIT=IN,FILE='M1.DAT',STATUS='OLD') !
OPEN(UNIT=IOUT,FILE='DSK2:M2.DAT',STATUS='NEW') !
OPEN(UNIT=IOTXT,FILE='DSK2:M3.DAT',STATUS='NEW') !

READ(IN,*) G, RHO, DR, ED
WRITE(IOUT,('( ' Erdbeschleunigung',F7.3))' ) G
WRITE(IOUT,('( ' Wasserdichte',F7.3))' ) RHO
WRITE(IOUT,('( ' Druckberechnung?',F5.0))' ) DR
WRITE(IOUT,('( ' Interne Ergebnisdatei?',F5.0/))' ) ED
WRITE(IOUT,('( /1X,117(''-')' )' )
IF (ED .NE. 0) WRITE(IOTXT,*) G, RHO
1 CALL INPUT(NK,NFP,NMUE,OMEG,FP,MUE,DUM,T,X,Y,NX,NY,XIA,XIE,ETAA
```

```

& ,ETAE)
  ISAVE = 0
  DO 500 IFP=1,NFP

C-----
C- In den Abfragen bis zur naechsten Kommentarzeile wird die Koeffizi--
C- entenmatrix erzeugt.
C- Es gibt zwei Moeglichkeiten :
C- 1. Bei niedrigen Frequ.(=lange Wellen) muss die freie Oberflaeche
C- fuer jede Frequ. neu angepasst werden und die Matrix wegen
C- geaenderter Geometrie voellig neu berechnet werden. Dies ge-
C- schieht in den Routinen NEWFO1 und GIVEA1, solange ISAVE=0 ist.
C- 2. Sobald die Frequenz hoch genug ist, die fr. Oberfl. konstant zu
C- belassen (ISAVE=0), wird Unterprogramm ASAVE1 aufgerufen, das we-
C- sentliche Teile der Matrix nur noch einmal berechnet (dann ist
C- ISAVE = -1) und in einem COMMON-Bereich sichert. Die Matrix wird
C- dann zeitsparend in GIVAS1 berechnet.
C-----

      IZKF=0
      NF=11.25*LOG(1.+0.7*3.14159265/FP(IFP))
C--Zunehmende Quellstreckenlaengen; Diskretisierung bis 0.5*Wellenlaenge
      IF(FP(IFP).LT.0.628 .AND. NF.GT.NFM) THEN
          IZKF=1
          WRITE(IOUT,*)' *** Zu kleiner Frequenzparameter FP=',FP(IFP)
          GOTO 600
      ELSE
          NF=30
      ENDIF
      IF (ISAVE.EQ.0) THEN
          CALL NEWFO1(ISAVE,FP(IFP),T,NK,NF,NP,X,Y,NX,NY,XIA,XIE,ETAA,
& ETAE)
      ELSEIF (ISAVE.GT.0) THEN
          CALL ASAVE1(NK,NF,NP,X,Y,NX,NY,XIA,XIE,ETAA,ETAE)
          ISAVE = -1
      END IF
      IF (ISAVE.LT.0) THEN
          CALL GIVAS1(NK,NF,NP,NMUE,OMEG(IFP),X,Y,NX,NY,XIA,
& XIE,ETAA,ETAE,MUE,AR,AC)
      ELSE
& CALL GIVEA1(NK,NF,NP,NMUE,MUE,OMEG(IFP),X,Y,NX,NY,
& XIA,XIE,ETAA,ETAE,AR,AC)
      END IF
C--Loesung des Gleichungssystems -----
      CALL GAUSCO(AR,AC,PHIC,NP,3+NMUE,2,NPM,MUEM+3,1E-5,KS)
      IF (KS .NE. 0) THEN
          WRITE(IOUT,*) ' SYSTEM SINGULAER '
          STOP ' SYSTEM SINGULAER '
      END IF
C--Berechnung der hydrodynamischen Kraefte und Momente-----
      CALL KRAFT1(NK,NP,NMUE,MUE,OMEG(IFP),T,PHIC,
& X,Y,XIA,XIE,ETAA,ETAE,CM,CD,AQUER)
      600 IF (IZKF.EQ.1) THEN
          WRITE(IOTXT,*)OMEG(IFP), NMUE, (MUE(IM), IM=1,NMUE)
          WRITE(IOTXT,*) ((0.,0.),I=1,9)
          WRITE(IOTXT,*) ((0.,0.),I=1,3*NMUE)
          WRITE(IOTXT,*) ((0.,0.),I=1,3*NMUE)
      END IF
      500 CONTINUE
      GOTO 1
      END

      SUBROUTINE INPUT(NK,NFP,NMUE,OM,FP,MUE,H,T,X,Y,NX,NY,XIA,XIE,

```

```

&          ETAA,ETAE)
C
C-----
C-          LIEST EINGABEDATEI log. Nr. 5
C-          Ergebnisse auf log. Nr. 6 fuer Betrachtung,
C-          zur Weiterverarbeitung auf log. Nr. 20,wenn gewuenscht
C-
C-
C-          CWL -----I-----> x,xi
C-          *          I          *
C-          *          I          *
C-          *          I y,eta  *
C-          *          V          *
C-          *****
C-
C-
C- Dateiinhalt (in beliebiger Zeilenanordnung)
C-
C-   G          Erdbeschleunigung (definiert das Masssystem)
C-   RHO        Dichte des Wassers
C-   DR         1, wenn Druck ausgegeben werden soll; sonst 0
C-   ED         1, wenn Ergebnisse in Datei log. Nr. 20 geschrieben
C-              werden sollen; sonst 0
C-
C-   Das Folgende wiederholt fuer jeden Querschnitt
C-   TEXT       In ' eingeschlossener Text zur Kennzeichnung des
C-              Querschnitts
C-   NK         Anzahl Punkte auf dem Koerper
C-              (spaeter im Programm: NK = Elementanzahl)
C-   T          Tiefgang, mit dem dimensionslose Groessen gebildet w.
C-   XIA,ETAAs Definition der Spantform durch die Koordinaten von
C-   (1,NK)     etwa 10 bis 30 Punkten. 1. Punkt auf Wasserlinie bei
C-              negativem x, letzter auf Wasserlinie bei positivem x,
C-              wenn Koerper an Wasseroberflaeche ist. Bei getauchtem
C-              Koerper fallen 1. und letzter Punkt (am besten oben
C-              etwa in Mitte Querschnitt) zusammen. ETAA sind > 0.
C-   NFP        Anzahl Frequenzparameter (max. NFPM, hier 15)
C-   FP(1,NFP) Frequenzparameter = Omega**2*T/G
C-   NMUE       Anzahl Begegnungswinkel (max. MUEM, hier 10)
C-   MUE(1,NMUE) Begegnungswinkel/PI
C-              MUE = 0   = "See von vorn"
C-              MUE = 0.5 = "See von +x nach -x laufend"
C-
C-   Im Programminneren wird y positiv nach oben gerechnet wie in der
C-   Arbeit von Yeung. Bei Eingabe und Ausgabe wird das Koordinaten-
C-   system gewechselt.
C-   Vergleiche auch die gesonderte Programmbeschreibung
C-----

PARAMETER (NKM=40,NFM=50,NFPM=15,MUEM=10,NPM=NKM+2*NFM+2)
REAL X(*),Y(*),NX(*),NY(*),XIA(*),XIE(*),ETAA(*),ETAE(*),
&      OM(*),FP(*),MUE(*)
CHARACTER*80 TEXT
COMPLEX R1(NPM),R2(NPM),R3(NPM)
COMMON/SAVE1/G,RHO,DR,ED,QMAT(NPM,NPM-2),PMAT(NPM,2*NFM),R1,R2,R3
COMMON /INOUT/ IN, IOUT, IOTXT
READ(IN,*,END=100) TEXT,NK,T,(XIA(I),ETAAs(I),I=1,NK),NFP,
& (FP(I),I=1,NFP),NMUE,(MUE(I),I=1,NMUE)
IF(NK-1.GT.NKM.OR.NFP.GT.NFPM.OR.NMUE.GT.MUEM)THEN
WRITE(IOUT,*)' *** Zu viele Punkte, Frequenzen oder Winkel'
STOP ' *** Zu viele Punkte, Frequenzen oder Winkel'
!

```

```

ENDIF
WRITE(IOUT,*) TEXT
WRITE(IOUT,('( ' Anzahl Punkte ',I5)') NK
WRITE(IOUT,('( ' Bezugstiefgang ',F7.3)') T
WRITE(IOUT,*) '      x-Koordinate      y-Koordinate'
WRITE(IOUT,*) '      (nach rechts)   (ab WL nach unten)'
WRITE(IOUT, '(2F16.3)') (XIA(I), ETAA(I), I = 1, NK)
WRITE(IOUT, '(/1X,117(''-''))')
WRITE(IOUT,10)
10  FORMAT (1X,' Im folgenden werden als Ergebnisse jeweils'
&      ' hintereinander Real- und Imaginaerteil der komplexen',
&      '/1X,' Amplituden ausgegeben. Der Realteil bezeichnet die',
&      ' Groesse im Zeitpunkt der groessten Auslenkung',
&      '/1X,' des Koerpers aus seiner Mittellage bzw. wenn ein',
&      ' Wellental bei x = 0 ist; der Imaginaerteil ist der',
&      '/1X,' Wert der Groesse 1/4 Periode vorher. Die Bewegungs-',
&      ' bzw. Wellenamplituden sind 1.')

      NK=NK-1
C  Wechsel der y-Richtung
      ETAA(1)=-ETAA(1)
      DO 20 I=1,NK
          ETAA(I+1) = -ETAA(I+1)
          XIE(I)   = XIA(I+1)
          ETAE(I)  = ETAA(I+1)
C--Koerperpunkte auf Elementmitten anordnen-----
          X(I)     = 0.5*(XIA(I)+XIE(I))
          Y(I)     = 0.5*(ETAA(I)+ETAE(I))
C--Normaleneinheitsvektoren berechnen-----
          VNX      = ETAA(I)-ETAE(I)
          VNY      = XIE(I)-XIA(I)
          VNB      = SQRT(VNX**2 + VNY**2)
          NX(I)    = VNX/VNB
          NY(I)    = VNY/VNB
      20  CONTINUE
          DO 24 I=1,NMUE
      24  MUE(I) = MUE(I)*3.14159265
          DO 25 I=1,NFP
          OM(I) = SQRT(G*FP(I)/T)
      25  CONTINUE
C--Korrektur falls Koerper getaucht-----
          ETAA(NK+1) = 0.0
          RETURN
100  STOP ' Die Ausgabedateien M2.DAT und M3.DAT wurden erzeugt ' !
      END

      SUBROUTINE NEWFO1(ISAVE,FP,T,NK,NF,NP,X,Y,NX,NY,XIA,XIE,ETAA,ETAE)
C-----
C-   GEOMETRIE DER FREIEN OBERFLAECHE UND DES RANDES BESTIMMEN   -
C-   -
C-   Die Parameter FXMAX (Ausdehnung der freien Oberflaeche) sowie -
C-   NFMIN,NFMAX (Anzahl Elemente auf freier Oberflaeche) wurden aus -
C-   Testrechnungen gewonnen und sollen Kompromiss aus Genauigkeit und -
C-   Rechenzeitbedarf darstellen. -
C-   Sobald eine Anpassung der fr. Oberfl. nicht mehr noetig ist,weil -
C-   FXMAX = 5*T = const. wird NEWFOB nicht mehr aufgerufen -
C-----
      PARAMETER (NKM=40,NFM=50,NFPM=15,MUEM=10,NPM=NKM+2*NFM+2)
      REAL X(*),Y(*),XIA(*),XIE(*),ETAA(*),ETAE(*),NX(*),NY(*),LAMBDA
      COMPLEX R1(NPM),R2(NPM),R3(NPM)
      COMMON/SAVE1/G,RHO,DR,ED,QMAT(NPM,NPM-2),PMAT(NPM,2*NFM),R1,R2,R3

```

```

COMMON /INOUT/ IN, IOUT, IOTXT

C--Wellenlaenge der abgestrahlten/erregenden Welle berechnen-----
LAMBDA = 2*3.14159265*T/FP
IF(FP.LT.0.628) THEN
C--Zunehmende Quellstreckenlaengen; Diskretisierung bis 0.5*Wellenlaenge
DX=T/5.
FAKT=1.10
NF=11.25*LOG(1.+0.35*LAMBDA/T)
IF(NF.GT.NFM)THEN
WRITE(IOUT,*)' *** Zu kleiner Frequenzparameter'
C   STOP !
ENDIF
ELSE
C--Konstante Quellstreckenlaengen; Diskretisierung bis 5*Tiefgang
DX=5*T/30.
FAKT=1.
NF = 30
ISAVE = 1
END IF
NP = NK+2*NF+2
C--Freie Oberflaeche rechts vom Koerper-----
DX1=DX
DO 10 I=NK+1,NK+NF
IF(I.EQ.NK+1)THEN
XIA(I) = XIE(NK)
ELSE
XIA(I)=XIE(I-1)
ENDIF
XIE(I) = XIA(I) + DX1
ETAA(I) = 0.0
ETAE(I) = 0.0
NX(I) = 0
NY(I) = 1
DX1=DX1*FAKT
10 CONTINUE
C--Freie Oberflaeche links vom Koerper-----
DX1=DX
DO 20 I=NK+NF+1,NK+2*NF
IF(I.EQ.NK+NF+1)THEN
XIE(I)=XIA(1)
ELSE
XIE(I)=XIA(I-1)
ENDIF
XIA(I) = XIE(I)-DX1
ETAA(I) = 0.0
ETAE(I) = 0.0
NX(I) = 0
NY(I) = 1
DX1=DX1*FAKT
20 CONTINUE
C--Randelement rechts-----
XIA(NP-1) = XIE(NK+NF)
XIE(NP-1) = XIA(NP-1)
NX(NP-1) = 1
NY(NP-1) = 0
C--Randelement links-----
XIA(NP) = XIA(NK+2*NF)
XIE(NP) = XIA(NP)
NX(NP) = -1
NY(NP) = 0

```

```

C--Aufpunkte auf Elementmitte -----
DO 30 I=NK+1,NP
  X(I) = 0.5*(XIA(I)+XIE(I))
  Y(I) = 0.
30 CONTINUE
END

```

```

SUBROUTINE GIVEA1(NK,NF,NP,NMUE,MUE,OM,X,Y,NX,NY,XIA,XIE,
& ETAA,ETAE,AR,AC)

```

```

C-----
C- REELLE UND KOMPLEXE MATRIZEN BERECHNEN -
C- -
C- Formel (3-9) -
C- Subroutine FGNUM ,Functions QIJ,PIJ,SICI werden gerufen -
C-----

```

```

PARAMETER (NKM=40,NFM=50,NFPM=15,MUEM=10,NPM=NKM+2*NFM+2)
COMPLEX AC(NPM,5+MUEM)
REAL AR(NPM,NPM-2)
REAL X(*),Y(*),NX(*),NY(*),XIA(*),XIE(*),ETAA(*),ETAE(*),MUE(*)
COMPLEX R1(NPM),R2(NPM),R3(NPM)
COMMON/SAVE1/G,RHO,DR,ED,QMAT(NPM,NPM-2),PMAT(NPM,2*NFM),R1,R2,R3
DATA PI,GAM /3.14159265,.57721566/

```

```

RK = OM**2/G
DO 10 I=1,NP

```

```

C--Elemente auf dem Koerper-----
DO 20 J=1,NK
  ZW1 = 0.0
  IF(I.NE.J) ZW1=QIJ(X(I),Y(I),XIA(J),XIE(J),ETAA(J),ETAE(J))
  AR(I,J) = ZW1
20 CONTINUE

```

```

C--Elemente auf der Freien Oberflaeche-----
DO 30 J=NK+1,NK+2*NF
  ZW1 = 0.0
  IF(I.LE.NK) ZW1=QIJ(X(I),Y(I),XIA(J),XIE(J),ETAA(J),ETAE(J))
  ZW2 = RK*PIJ(X(I),Y(I),XIA(J),XIE(J),ETAA(J),ETAE(J))
  AR(I,J) = ZW1-ZW2
30 CONTINUE

```

```

C--Randelement rechts fuer Strahlungsbedingung-----
IF(I.LE.NK.OR.(I.GT.NK+NF.AND.I.LE.NK+2*NF).OR.I.EQ.NP)THEN

```

```

C--Gauss Laguerre Integration von (3-18) Gleichung (A-1)
CALL FGNUM(OM,X(I),Y(I),X(NP-1),F1,G1)
ELSEIF(I.LE.NK+NF)THEN

```

```

C----Exakte Loesung von (3-18) Gleichungen (A-3),(A-4)
XMXI = ABS(X(I)-X(NP-1))
ARG = RK*XMXI
CALL SICI (SI, CI, ARG)
F1 = CI*SIN(ARG) - SI * COS(ARG)
G1 = LOG(XMXI) - CI*COS(ARG) - SI*SIN(ARG)
ELSE

```

```

C----Aufpunkt liegt auf Randelement Gleichungen (A-6),(A-7)
F1 = PI/2
G1 = -(LOG(RK)+GAM)
END IF
AC(I,1) = CMPLX(F1,G1)

```

```

C--Randelement links fuer Strahlungsbedingung-----
IF(I.LE.NK+NF.OR.I.EQ.NP-1)THEN

```

```

C--Gauss Laguerre Integration von (3-18) Gleichung (A-1)
CALL FGNUM(OM,X(I),Y(I),X(NP),F1,G1)
F1 = -F1

```

```

        ELSEIF(I.LT.NP)THEN
C----Exakte Loesung von (3-18) Gleichungen (A-3),(A-4)
        XMXI = ABS(X(I)-X(NP))
        ARG  = RK*XMXI
        CALL SICI (SI,CI,ARG)
        F1   = CI*SIN(ARG) - SI*COS(ARG)
        G1   = LOG(XMXI) - CI*COS(ARG) - SI*SIN(ARG)
        ELSE
C----Aufpunkt liegt auf Randelement Gleichungen (A-6),(A-7)
        F1 = PI/2
        G1 = -(LOG(RK)+GAM)
        END IF
        AC(I,2) = CMPLX(F1,G1)
    10 CONTINUE
    DO 50 I=1,NP
C----Hauptdiagonalelemente-----
        IF(I.LE.NP-2) THEN
            AR(I,I)      = AR(I,I) - PI
        ELSE
            AC(I,I-NP+2) = AC(I,I-NP+2) - CMPLX(PI,0.0)
        END IF
C----rechte Seiten Initialisieren-----
        DO 55 K=1,3+NMUE
    55   AC(I,K+2) = (0.,0.)
        DO 60 J=1,NK
C----rechte Seiten fuer erzwungene Oszillation-----
            ZW      = PIJ(X(I),Y(I),XIA(J),XIE(J),ETAA(J),ETAE(J))
            AC(I,3) = AC(I,3) + CMPLX(0.,OM*ZW*NX(J))
            AC(I,4) = AC(I,4) + CMPLX(0.,OM*ZW*NY(J))
            AC(I,5) = AC(I,5) + CMPLX(0.,OM*ZW*(-X(J)*NY(J)+Y(J)*NX(J)))
            VORF = EXP(RK*Y(J))
            DO 65 K=1,NMUE
C-----rechte Seiten fuer erregende Wellen-----
                AC(I,5+K) = AC(I,5+K) - ZW*VORF*EXP(CMPLX(0.,RK*X(J))*
                    & SIN(MUE(K))) *OM*CMPLX(-NX(J)*SIN(MUE(K)),NY(J))
    65   CONTINUE
    60   CONTINUE
    50   CONTINUE
        END

        SUBROUTINE ASAVE1(NK,NF,NP,X,Y,NX,NY,XIA,XIE,ETAA,ETAE)
C-----
C- FREQUENZUNABHAENGIGE TEILE DER MATRIZEN AUF COMMON SICHERN
C-
C- Functions QIJ,PIJ werden gerufen
C-----
        PARAMETER (NKM=40,NFM=50,NFPM=15,MUEM=10,NPM=NKM+2*NFM+2)
        REAL      X(*),Y(*),NX(*),NY(*),XIA(*),XIE(*),ETAA(*),ETAE(*)
        COMPLEX   R1(NPM),R2(NPM),R3(NPM)
        COMMON/SAVE1/G,RHO,DR,ED,QMAT(NPM,NPM-2),PMAT(NPM,2*NFM),R1,R2,R3
        DATA PI /3.14159265/

        DO 10 I=1,NP
C--Elemente auf dem Koerper-----
            DO 20 J=1,NK
                IF (I.EQ.J) THEN
                    QMAT(I,J) = 0.0
                ELSE
                    QMAT(I,J) = QIJ(X(I),Y(I),XIA(J),XIE(J),ETAA(J),ETAE(J))
                END IF
    20   CONTINUE

```

```

C--Elemente auf der freien Oberflaeche-----
      DO 30 J=NK+1,NK+2*NF
      IF(I.LT.NK+1) THEN
          QMAT(I,J) = QIJ(X(I),Y(I),XIA(J),XIE(J),ETAA(J),ETAE(J))
      ELSE
          QMAT(I,J) = 0
      END IF
      PMAT(I,J-NK) = PIJ(X(I),Y(J),XIA(J),XIE(J),ETAA(J),ETAE(J))
30    CONTINUE
10    CONTINUE
      DO 50 I=1,NP
C--Hauptdiagonale-----
      IF(I.LE.NP-2) THEN
          QMAT(I,I) = QMAT(I,I) - PI
      END IF
C--rechte Seiten initialisieren-----
      R1(I) = (0.,0.)
      R2(I) = (0.,0.)
      R3(I) = (0.,0.)
      DO 60 J=1,NK
C--rechte Seiten erzwungene Schwingung-----
      PR = PIJ(X(I),Y(I),XIA(J),XIE(J),ETAA(J),ETAE(J))
      R1(I) = R1(I) + CMLPX(0.,PR*NX(J))
      R2(I) = R2(I) + CMLPX(G.,PR*NY(J))
      R3(I) = R3(I) + CMLPX(0.,PR*(-X(J)*NY(J)+Y(J)*NX(J)))
60    CONTINUE
50    CONTINUE
      END

      SUBROUTINE GIVAS1(NK,NF,NP,NMUE,OM,X,Y,NX,NY,XIA,XIE,ETAA
&                      ,ETAE,MUE,AR,AC)
C-----
C- MATRIZEN AUS FREQUENZUNABH. UND FREQUENZABH. TEILEN ERZEUGEN -
C-
C- Subroutine FGNUM,Function PIJ,SICI werden gerufen -
C-----
      PARAMETER (NKM=40,NFM=50,NFPM=15,MUEM=10,NPM=NKM+2*NFM+2)
      REAL      AR(NPM,NPM-2)
      COMPLEX AC(NPM,2+3+MUEM)
      COMPLEX R1(NPM),R2(NPM),R3(NPM)
      COMMON/SAVE1/G,RHO,DR,ED,QMAT(NPM,NPM-2),PMAT(NPM,2*NFM),R1,R2,R3
      REAL X(*),Y(*),NX(*),NY(*),XIA(*),XIE(*),ETAA(*),ETAE(*),MUE(*)
      DATA PI,GAM /3.14159265,.57721566/

      RK = OM**2/G
      DO 10 I=1,NP
C--Elemente auf dem Koerper-----
      DO 20 J=1,NK
          AR(I,J) = QMAT(I,J)
20    CONTINUE
C--Elemente auf der freien Oberflaeche-----
      DO 30 J=NK+1,NK+2*NF
          AR(I,J) = QMAT(I,J) - RK*PMAT(I,J-NK)
30    CONTINUE
C--Randelment rechts fuer Strahlungsbedingung siehe GIVEA1.FOR-----
      IF(X(I).LT.X(NK+1)) THEN
          CALL FGNUM(OM,X(I),Y(I),X(NP-1),F1,G1)
      ELSE
          IF(I.LT.NP-1) THEN
              XMXI = ABS(X(I)-X(NP-1))
              ARG = RK*XMXI
          
```

```

        CALL SICI (SI,CI,ARG)
        F1 = CI*SIN(ARG) - SI*COS(ARG)
        G1 = LOG(XMXI) - CI*COS(ARG) - SI*SIN(ARG)
        ELSE
            F1 = PI/2
            G1 = -(LOG(RK)+GAM)
        END IF
    END IF
    AC(I,1) = CMPLX(F1,G1)
    J = J+1
C--Randelment links fuer Strahlungsbedingung siehe GIVEA1.FOR-----
    IF(X(I).GT.X(NK+2*NFM)) THEN
        CALL FGNUM(OM,X(I),Y(I),X(NP),F1,G1)
        F1 = -F1
    ELSE
        IF(I.LT.NP) THEN
            XMXI = ABS(X(I)-X(NP))
            ARG = RK*XMXI
            CALL SICI (SI,CI,ARG)
            F1 = CI*SIN(ARG) - SI*COS(ARG)
            G1 = LOG(XMXI) - CI*COS(ARG) - SI*SIN(ARG)
        ELSE
            F1 = PI/2
            G1 = -(LOG(RK)+GAM)
        END IF
    END IF
    AC(I,2) = CMPLX(F1,G1)
10 CONTINUE
    AC(NP-1,1) = AC(NP-1,1) - CMPLX(PI,0.)
    AC(NP ,2) = AC(NP ,2) - CMPLX(PI,0.)
C----RECHTE SEITEN ERZW. SCHWINGUNG-----
    DO 50 I=1,NP
        AC(I,3) = R1(I)*OM
        AC(I,4) = R2(I)*OM
        AC(I,5) = R3(I)*OM
    50 CONTINUE
C----RECHTE SEITEN ERREGUNG-----
    DO 60 I=1,NP
        DO 65 K=1,NMUE
            65 AC(I,K+5) = (0.,0.)
        DO 70 J=1,NK
            ZW = PIJ(X(I),Y(I),XIA(J),XIE(J),ETAA(J),ETAE(J))
            VORF = EXP(RK*Y(J))
            DO 75 K=1,NMUE
                AC(I,5+K) = AC(I,5+K) - ZW*VORF*EXP(CMPLX(0.,RK*X(J))*
                & SIN(MUE(K)))*OM*CMPLX(-NX(J)*SIN(MUE(K)),NY(J))
            75 CONTINUE
        70 CONTINUE
    60 CONTINUE
    END

    SUBROUTINE FGNUM(OM,XP,YP,XRAD,FSUM,GSUM)
C-----
C- GAUSS-LAGUERRE-INTEGRATION der FORMEL (A-1) -
C- -
C- Literatur: Abramowitz, Stegun , "Handbook of Mathematical Functions" -
C-----
    PARAMETER (NKM=40,NFM=50,NFPM=15,MUEM=10,NPM=NKM+2*NFM+2)
    REAL WEIGHT(6),ETAK(6)
    COMPLEX R1(NPM),R2(NPM),R3(NPM)
    COMMON/SAVE1/G,RHO,DR,ED,QMAT(NPM,NPM-2),PMAT(NPM,2*NFM),R1,R2,R3

```

```

DATA WEIGHT /.45896467,.41700083,.11337338,1.0399197E-2,
&           2.6101720E-4,8.9854791E-7/
DATA ETAK  /0.2228466,1.1889321,2.9927363,5.7751436,9.8374674,
&           15.9828740/
XMXI = XP-XRAD
RK    = OM**2/G
FSUM  = 0.0
GSUM  = 0.0
DO 10 I=1,6
ARG   = XMXI**2 + (YP-ETAK(I)/RK)**2
FSUM  = FSUM + WEIGHT(I)/ARG
GSUM  = GSUM + WEIGHT(I)*LOG(ARG)
10 CONTINUE
FSUM  = -FSUM*XMXI/RK
GSUM  = 0.5*GSUM
END

```

```

FUNCTION QIJ(X,Y,XI1,XI2,ETA1,ETA2)

```

```

C-----
C- LINIENINTEGRAL UEBER EINE KONST. DIPOLVERT. - FORMEL (3-8b)
C-----

```

```

DATA PI /3.14159265/
IF((X.EQ.XI1.AND.Y.EQ.ETA1).OR.(X.EQ.XI2.AND.Y.EQ.ETA2))THEN
QIJ=-PI/2.
ELSE
ZW1=ATAN2(Y-ETA1,X-XI1)
ZW2=ATAN2(Y-ETA2,X-XI2)
QIJ=ZW1-ZW2
IF(QIJ.GT.0.99*PI)QIJ=QIJ-2.*PI
IF(QIJ.LT.-1.01*PI)QIJ=QIJ+2.*PI
ENDIF
END

```

```

FUNCTION PIJ(X,Y,XI1,XI2,ETA1,ETA2)

```

```

C-----
C- LINIENINTEGRAL UEBER EINE KONST. QUELLVERT. - FORMEL (3-8a) vereinfacht
C- Function QIJ wird gerufen
C-----

```

```

R=SQRT((XI2-XI1)**2+(ETA2-ETA1)**2)
X1=(X-XI1)*(XI2-XI1)/R+(Y-ETA1)*(ETA2-ETA1)/R
Y1=-(X-XI1)*(ETA2-ETA1)/R+(Y-ETA1)*(XI2-XI1)/R
IF(ABS(X1-R).LT.1.E-4)THEN
RLOG=0.
ELSE
RLOG=-LOG((X-XI2)**2+(Y-ETA2)**2)
ENDIF
IF(ABS(X1).LT.1.E-4)THEN
RLOGV=0.
ELSE
RLOGV=-LOG((X-XI1)**2+(Y-ETA1)**2)
ENDIF
PIJ=((X1-R)*RLOG-X1*RLOGV)/2.-R-Y1*QIJ(X,Y,XI1,XI2,ETA1,ETA2)
RETURN
END

```

```

C                                                     SICI 10
C ..... SICI 20
C SICI 30
C SUBROUTINE SICI SICI 40
C SICI 50
C PURPOSE SICI 60

```

C	COMPUTES THE SINE AND COSINE INTEGRAL	SICI 70
C		SICI 80
C	USAGE	SICI 90
C	CALL SICI(SI,CI,X)	SICI 100
C		SICI 110
C	DESCRIPTION OF PARAMETERS	SICI 120
C	SI - THE RESULTANT VALUE SI(X)	SICI 130
C	CI - THE RESULTANT VALUE CI(X)	SICI 140
C	X - THE ARGUMENT OF SI(X) AND CI(X)	SICI 150
C		SICI 160
C	REMARKS	SICI 170
C	THE ARGUMENT VALUE REMAINS UNCHANGED	SICI 180
C		SICI 190
C	SUBROUTINES AND FUNCTION SUBPROGRAMS REQUIRED	SICI 200
C	NONE	SICI 210
C		SICI 220
C	METHOD	SICI 230
C	DEFINITION	SICI 240
C	SI(X)=INTEGRAL(SIN(T)/T, SUMMED OVER T FROM INFINITY TO X)	SICI 250
C	CI(X)=INTEGRAL(COS(T)/T, SUMMED OVER T FROM INFINITY TO X)	SICI 260
C	EVALUATION	SICI 270
C	REDUCTION OF RANGE USING SYMMETRY.	SICI 280
C	DIFFERENT APPROXIMATIONS ARE USED FOR ABS(X) GREATER	SICI 290
C	THAN 4 AND FOR ABS(X) LESS THAN 4.	SICI 300
C	REFERENCE	SICI 310
C	LUKE AND WIMP, 'POLYNOMIAL APPROXIMATIONS TO INTEGRAL	SICI 320
C	TRANSFORMS', MATHEMATICAL TABLES AND OTHER AIDS TO	SICI 330
C	COMPUTATION, VOL. 15, 1961. ISSUE 74, PP. 174-178.	SICI 340
C		SICI 350
C	SICI 360
C		SICI 370
C	SUBROUTINE SICI(SI,CI,X)	SICI 380
C		SICI 390
C	TEST ARGUMENT RANGE	SICI 400
C		SICI 410
C	Z=ABS(X)	SICI 420
C	IF(Z-4.) 10,10,50	SICI 430
C		SICI 440
C	Z IS NOT GREATER THAN 4	SICI 450
C		SICI 460
C	10 Y=Z*Z	SICI 470
C	OSI=-1.5707963+X*(((((((.97942154E-11*Y-.22232633E-8)*Y+.30561233E-6	SICI 480
C	1)*Y-.28341460E-4)*Y+.16666582E-2)*Y-.55555547E-1)*Y+1.)	SICI 490
C		SICI 500
C	TEST FOR LOGARITHMIC SINGULARITY	SICI 510
C		SICI 520
C	IF(Z) 30,20,30	SICI 530
C	20 CI=-1.E35	SICI 540
C	RETURN	SICI 550
C	300CI=0.57721566+ALOG(Z)-Y*(((((((-.13869851E-9*Y+.26945842E-7)*Y-	SICI 560
C	1.30952207E-5)*Y+.23146303E-3)*Y-.10416642E-1)*Y+.24999999)	SICI 570
C	40 RETURN	SICI 580
C		SICI 590
C	Z IS GREATER THAN 4.	SICI 600
C		SICI 610
C	50 SI=SIN(Z)	SICI 620
C	Y=COS(Z)	SICI 630
C	Z=4./Z	SICI 640
C	OU((((((((.40480690E-2*Z-.022791426)*Z+.055150700)*Z-.072616418)*Z	SICI 650
C	1+.049877159)*Z-.33325186E-2)*Z-.023146168)*Z-.11349579E-4)*Z	SICI 660
C	2+.062500111)*Z+.25839886E-9	SICI 670

```

OV(((((((((-.0051086993*Z+.028191786)*Z-.065372834)*Z+.079020335)*SICI 680
1Z-.044004155)*Z-.0079455563)*Z+.026012930)*Z-.37640003E-3)*Z      SICI 690
2-.031224178)*Z-.66464406E-6)*Z+.25000000                          SICI 700
CI=Z*(SI*V-Y*U)                                                       SICI 710
SI=-Z*(SI*U+Y*V)                                                       SICI 720
C                                                                           SICI 730
C   TEST FOR NEGATIVE ARGUMENT                                         SICI 740
C                                                                           SICI 750
C   IF(X) 60,40,40                                                       SICI 760
C                                                                           SICI 770
C   X IS LESS THAN -4.                                                  SICI 780
C                                                                           SICI 790
60 SI=-3.1415927-SI                                                    SICI 800
   RETURN                                                                SICI 810
   END                                                                    SICI 820

```

SUBROUTINE GAUSCO(A,AC,X,N,NR,NC,NN,NRMAX,COLMIN,KS)

```

C-----
C- LOESUNG VON GLEICHUNGSSYSTEMEN MIT KOMPLEXEN SPALTEN RECHTS      -
C- Parameter und Variablen :                                          -
C-   A       : reeller Teil der Koeffizientenmatrix                  -
C-   AC      : komplexer Teil der Koeffizientenmatrix                 -
C-   X       : Matrix der Loesungsvektoren (komplex)                  -
C-   N       : Anzahl Gleichungen (Zeilen)                             -
C-   NR      : Anzahl rechte Seiten                                    -
C-   NC      : Anzahl komplexe Spalten im System                       -
C-   NN      : maximale Zeilenzahl,Parameter aus rufendem Programm   -
C-   NRMAX   : max. Anz. rechter Seiten,Par. aus rufendem Programm   -
C-   COLMIN  : untere Schranke fuer Pivotelement (z.B.1e-5)         -
C-   KS      : =0 normal ,=4 wenn Pivotelement < COLMIN              -
C-                                                                 -
C- Standart Gauss-Elimination mit Zeilenpivotisierung,nur in den kom- -
C- plexen Spalten wird komplexe Arithmetik vrwendet.                -
C- Diese Version mit zweidimensionalen Feldern war in der reellen    -
C- Version SCHNELLER als SIMQ2 und leichter verdaulich              -
C-----

```

```

PARAMETER (NKM=40,NFM=50,NFPM=15,MUEM=10,NPM=NKM+2*NFM+2)
REAL      A(NN,NN-NC)
COMPLEX  AC(NN,NRMAX),X(NN,NRMAX),SC
COMPLEX  R1(NPM),R2(NPM),R3(NPM)
COMMON/SAVE1/G,RHO,DR,ED,QMAT(NPM,NPM-2),PMAT(NPM,2*NFM),R1,R2,R3
KS      = 0
NMNC   = N-NC

```

```

C--FUER ALLE SPALTEN-----
DO 20 K=1, N-1
C---FINDE PIVOTELEMENT-----
COLMAX = 0.
IF(K.LE.NMNC) THEN
DO 30 I=K, N
IF(ABS(A(I,K)).GT.COLMAX) THEN
COLMAX = ABS(A(I,K))
L      = I
END IF
30 CONTINUE
ELSE
DO 31 I=K, N
IF(ABS(AC(I,K-NMNC)).GT.COLMAX) THEN
COLMAX = ABS(AC(I,K-NMNC))
L      = I
END IF
31 CONTINUE

```

```

      END IF
C---SYSTEM SINGULAER ?-----
      IF(COLMAX.LT.COLMIN) THEN
        KS = 4
        RETURN
      END IF
C---ZEILENPIVOTISIERUNG-----
      DO 40 J=K, NMNC
        S      = A(K,J)
        A(K,J) = A(L,J)
        A(L,J) = S
      40 CONTINUE
      DO 41 J=1,NC+NR
        SC     = AC(K,J)
        AC(K,J) = AC(L,J)
        AC(L,J) = SC
      41 CONTINUE
C---ELIMINATION IN K-TER SPALTE-----
      DO 20 I=K+1, N
        IF(K.LE.NMNC) THEN
          S      = A(I,K)/A(K,K)
          A(I,K) = 0.
        ELSE
          SC     = AC(I,K-NMNC)/AC(K,K-NMNC)
          AC(I,K-NMNC) = (0.,0.)
        END IF
C-----IN K-TER SPALTE FUER ALLE ELEMENTE-----
      DO 21 J=K+1, NMNC
      21  A(I,J) = A(I,J)-S*A(K,J)
        IF(K.LE.NMNC) THEN
          DO 23 J=1,NC+NR
      23  AC(I,J) = AC(I,J)-S*AC(K,J)
          ELSE
            DO 24 J=K-NMNC+1,NC+NR
      24  AC(I,J) = AC(I,J)-SC*AC(K,J)
          END IF
      20 CONTINUE
C-RUECKWAERTS EINSETZEN-----
      DO 70 NNR=1, NR
        DO 50 I=N, 1, -1
          SC = AC(I,NC+NNR)
          DO 60 J=I+1, N
            IF(J.GT.NMNC) THEN
              SC = SC-AC(I,J-NMNC)*X(J,NNR)
            ELSE
              SC = SC-CMPLX(A(I,J),0.0)*X(J,NNR)
            END IF
          60 CONTINUE
            IF(I.GT.NMNC) THEN
              X(I,NNR) = SC/AC(I,I-NMNC)
            ELSE
              X(I,NNR) = SC/CMPLX(A(I,I),0.0)
            END IF
          50 CONTINUE
          70 CONTINUE
        END
      SUBROUTINE KRAFT1(NK,NP,NMUE,MUE,OM,T,PHIC,
        & X,Y,XIA,XIE,ETAA,ETA,CM,CD,AQUER)
C-----
C-      BERECHNUNG HYDRODYNAMISCHER KRAEFTE UND MOMENTE

```

```

C-                UND AUSGABE DER ERGEBNISSE                -
C-                -                                         -
C- Folgende Kraftkomponenten werden z.Zt. berechnet        -
C-   FRC   -> Komplexe Amplitude der Radiationskraft        -
C-           1.Index Krafrichtung (1-x,2-y,3-Mom.)          -
C-           2.Index verursachende Bewegungsrichtung (x,y,dreh)
C-           Realteile in Phase mit Auslenkung aus Mittellage
C-           Imag'teile in Phase mit Geschwindigkeit
C-   FDC   -> Diffraktionskraefte 1.Index Krafrichtung      -
C-           2.Index Begegnungswinkel                       -
C-   FFKC  -> Froude-Kriloff-Kraefte                       -
C-                -                                         -
C- Ausserdem werden die bekannten dimensionslosen Koeffizienten
C- der Bewegung CM und AQUER berrechnet.                   -
C-----
      PARAMETER (NKM=40,NFM=50,NFPM=15,MUEM=10,NPM=NKM+2*NFM+2)
      PARAMETER (PI = 3.14159265)
      REAL X(*),Y(*),XIA(*),XIE(*),ETAA(*),
      &     ETAE(*),CM(3),CD(3),AQUER(3),
      &     MUE(MUEM),ER(MUEM),
      &     EI(MUEM)
      COMPLEX R1(NPM),R2(NPM),R3(NPM),FRC(3,3),FDC(3,MUEM),FFKC(3,MUEM),
      &     CI,PHIFKC,PHIC(NPM,*),RIO
      COMMON/SAVE1/G,RHO,DR,ED,QMAT(NPM,NPM-2),PMAT(NPM,2*NFM),R1,R2,R3
      COMMON /INOUT/ IN, IOUT, IOTXT
      DATA CI/(0.,1.)/

      RK = OM**2/G
      RIO = RHO*CI*OM
C- Alle Groessen iinitialisieren -----
      DO 10 L=1,3
      DO 5 K=1,3
5     FRC(L,K)=(0.,0.)
      DO 10 K=1,NMUE
      FDC(L,K)=(0.,0.)
10    FFKC(L,K)=(0.,0.)
C--KRAEFTE DURCH ERZWUNGENE SCHWINGUNG
      DO 20 IK=1,NK
      DO 20 K=1,3
      FRC(1,K) = FRC(1,K) + RIO*PHIC(IK,K)*(ETAE(IK)-ETAA(IK))
      FRC(2,K) = FRC(2,K) - RIO*PHIC(IK,K)*(XIE(IK)-XIA(IK))
      FRC(3,K) = FRC(3,K) + RIO*PHIC(IK,K)*((XIE(IK)-XIA(IK))
      & *X(IK) + (ETAE(IK)-ETAA(IK))*Y(IK))
20    CONTINUE
      DO 30 IMUE=1,NMUE
      SIMUE = SIN(MUE(IMUE))
      DO 50 IK=1,NK
C--Diffraktionskraefte -----
      FDC(1,IMUE) = FDC(1,IMUE) + RIO*PHIC(IK,IMUE+3)
      & * (ETAE(IK)-ETAA(IK))
      FDC(2,IMUE) = FDC(2,IMUE) - RIO*PHIC(IK,IMUE+3)
      & * (XIE(IK)-XIA(IK))
      FDC(3,IMUE) = FDC(3,IMUE) + RIO*PHIC(IK,IMUE+3)
      & * ((XIE(IK)-XIA(IK))*X(IK) + (ETAE(IK)-ETAA(IK))*Y(IK))
C--Froude-Kriloff-Kraefte -----
      PHIFKC = CI*OM/RK*EXP(CMPLX(RK*Y(IK),RK*X(IK)*SIMUE))
      FFKC(1,IMUE) = FFKC(1,IMUE) + RIO*PHIFKC
      & * (ETAE(IK)-ETAA(IK))
      FFKC(2,IMUE) = FFKC(2,IMUE) - RIO*PHIFKC
      & * (XIE(IK)-XIA(IK))
      FFKC(3,IMUE) = FFKC(3,IMUE) + RIO*PHIFKC

```

```

      & *((XIE(IK)-XIA(IK))*X(IK) + (ETAE(IK)-ETAA(IK))*Y(IK))
50   CONTINUE
30   CONTINUE

C--AUSGABE von Kraftamplituden-----
C--Wegen verschiedener Vorzeichen fuer Interna und E-A Vorzeichenwechsel
      WRITE(IOUT,'(/1X,117(''-''/))')
      WRITE(IOUT,100) RK*T, OM, 2.0*PI/RK
100  FORMAT (' Frequenzparameter om**2*T/g =',1F8.3,
&          ' Frequenz om =',1F8.3,' Wellenlaenge =',1F8.3)
      WRITE(IOUT,110)
110  FORMAT (' Kraefte und Moment infolge      Horizontalbewegung',
&          '      Vertikalbewegung      Drehbewegung',
&          ' /,'                          ' nach rechts',
&          '      nach unten      im Uhrzeigersinn')
      WRITE(IOUT,'('' Horizontalkraft nach rechts ''',3(2F10.3,3X))')
&          (FRC(1,K) * (-1)**(K+1), K = 1, 3)
      WRITE(IOUT,'('' Vertikalkraft nach unten ''',3(2F10.3,3X))')
&          (FRC(2,K) * (-1)**(K ), K = 1, 3)
      WRITE(IOUT,'('' Drehmoment im Uhrzeigersinn ''',3(2F10.3,3X))')
&          (FRC(3,K) * (-1)**(K+1), K = 1, 3)

      IF (NMUE .GT. 0) THEN
      WRITE(IOUT,150)
150  FORMAT (/,' Diffraktionskraefte und -momente infolge Wellen',
&          ' aus den angegebenen Laufrichtungen',/
&          ' (0 Grad = laengs, 90 Grad = von rechts)' )
      WRITE(IOUT,160) (MUE(IM) * 180./PI, IM = 1, NMUE)
160  FORMAT ( (27X, 4(F15.3,' Grad  ') ) )

      WRITE(IOUT,170) 'Horizontalkraft nach rechts ',
&          (-1.*FDC(1,IMUE), IMUE = 1, NMUE)
      WRITE(IOUT,170) 'Vertikalkraft nach unten ',
&          ( FDC(2,IMUE), IMUE = 1, NMUE)
      WRITE(IOUT,170) 'Drehmoment im Uhrzeigersinn ',
&          (-1.*FDC(3,IMUE), IMUE = 1, NMUE)

      WRITE(IOUT,'(/'' Froude-Kriloff-Kraefte und -momente''')')
      WRITE(IOUT,170) 'Horizontalkraft nach rechts ',
&          (-1.*FFKC(1,IMUE), IMUE = 1, NMUE)
      WRITE(IOUT,170) 'Vertikalkraft nach unten ',
&          (FFKC(2,IMUE), IMUE = 1, NMUE)
      WRITE(IOUT,170) 'Drehmoment im Uhrzeigersinn ',
&          (-1.*FFKC(3,IMUE), IMUE = 1, NMUE)
170  FORMAT (1X, A28, 4(2F10.3, 3X), (/29X, 4(2F10.3, 3X) ) )
      END IF

C--Berechnung von dimensionslosen Kenngroessen-----
      ZW      = PI / 2.0 * T**2 * RHO * OM**2
      CM(1)   = REAL( FRC(1,1) ) / ZW
      AQUER(1) = SQRT( MAX( 0., -AIMAG( FRC(1,1) )*RK/G/RHO ) )
      CM(2)   = REAL(FRC(2,2)) / ZW
      AQUER(2) = SQRT( MAX( 0., -AIMAG( FRC(2,2) )*RK/G/RHO ) )
      CM(3)   = REAL(FRC(3,3)) / (ZW * T**2)
      AQUER(3) = SQRT( MAX( 0., -AIMAG( FRC(3,3) )*RK/(RHO*G*T**2) ) )
      WRITE(IOUT,'(1X,117(''. '''))')
      WRITE(IOUT,180)
180  FORMAT ('      m''/(RHO*PI*T**2/2) Amplituden',
&          'verhaeltnis')
      WRITE(IOUT,'('' Horizontalbewegung''',2F15.3)') CM(1), AQUER(1)
      WRITE(IOUT,'('' Vertikalbewegung ''',2F15.3)') CM(2), AQUER(2)

```

```

WRITE(IOUT,'(' Drehbewegung      ',2F15.3)') CM(3), AQUER(3)
WRITE(IOUT,'(1X,117(''. '''))')

C--Ausgabe der komplexen Wellenamplituden-----
WRITE(IOUT,190)
190  FORMAT (' Amplituden der Fernfeldwellen extrapoliert auf x = 0',
&         '/'          infolge Horizontalbewegung  Vertikalbewegung',
&         ' Drehbewegung')
WRITE(IOUT,200) 'links vom Koerper ',
&         ((-1)**(K+1)*CI*RK/OM*PHIC(NP,K)*EXP(-CI*RK*X(NP)),K=1,3)
WRITE(IOUT,200) 'rechts vom Koerper',
&         ((-1)**(K+1)*CI*RK/OM*PHIC(NP-1,K)*EXP(CI*RK*X(NP-1)),K=1,3)
200  FORMAT (1X, A18, 3(2F8.3, 3X) )

IF (NMUE .GT. 0) THEN
WRITE(IOUT,210)
210  FORMAT (/, ' Amplituden der Fernfeldwellen extrapoliert auf ',
&         'x = 0 infolge Diffraktion einer Welle aus Richtung')
WRITE(IOUT,220) (MUE(IM) * 180./PI, IM = 1, NMUE)
220  FORMAT ( (18X, 6(F11.3, ' Grad ')) )

WRITE(IOUT,230) 'links vom Koerper ',
&         (-1.*CI*RK/OM*PHIC(NP,K+3)*EXP(-CI*RK*X(NP)),K=1,NMUE)
WRITE(IOUT,230) 'rechts vom Koerper',
&         (-1.*CI*RK/OM*PHIC(NP-1,K+3)*EXP(CI*RK*X(NP-1)),K=1,NMUE)
230  FORMAT (1X, A18, 6(2F8.3, 2X), (/19X, 6(2F8.3, 2X) ) )
END IF
WRITE(IOUT,'(1X,117(''. '''))')

C--Ausgabe der Druেকে-----
IF (DR .NE. 0) THEN
WRITE(IOUT,240)
240  FORMAT (' Radiationsdruck infolge      Horizontalbewegung',
&         '      Vertikalbewegung      Drehbewegung',/,
&         '      nach rechts',
&         '      nach unten      im Uhrzeigersinn')
DO 60 IK=1,NK
WRITE(IOUT,245) IK, X(IK), Y(IK),
&         ( (-1)**K * RIO * PHIC(IK,K), K = 1, 3)
245  FORMAT (' Punkt', I5, '=(', F7.3, ',', F7.3,')',
&         3(2F10.3, 3X) )
60  CONTINUE

IF (NMUE .GT. 0) THEN
WRITE(IOUT,250)
250  FORMAT (/' Diffraktionsdruck infolge Wellen aus den '
&         'angegebenen Laufrichtungen'/
&         ' (0 Grad = laengs, 90 Grad = von rechts)')
WRITE(IOUT,260) (MUE(IM)*180./PI, IM = 1, NMUE)
260  FORMAT ( (12X, 6(F11.3, ' Grad ')) )
DO 70 IK = 1, NK
WRITE(IOUT,270) IK, (RIO * PHIC(IK,K+3), K = 1, NMUE)
270  FORMAT (' Punkt ', I3, 6(3X, 2F8.3), /, (13X,
&         6(2F8.3, 3X) ) )
70  CONTINUE
END IF
ENDIF

C  IF (ED .NE. 0) WRITE(IOTXT,*) OM, NMUE, (MUE(IM), IM = 1, NMUE),
C  &         ((FRC(I,K) * (-1)**(K+I) , K=1,3), I=1,3),
C  &         ((FDC(I,IMUE) * (-1)**I, IMUE=1,NMUE), I=1,3),

```

```

C      &          ((FFKC(I,IMUE) * (-1)**I, IMUE=1,NMUE), I=1,3),
C      &          ((-1)**(K+1)*CI*RK/OM*PHIC(NP,K)*EXP(-CI*RK*X(NP)),K=1,3),
C      &          ((-1)**(K+1)*CI*RK/OM*PHIC(NP-1,K)*EXP(CI*RK*X(NP-1)),K=1,3),
C      &          (-1.*CI*RK/OM*PHIC(NP,K+3)*EXP(-CI*RK*X(NP)),K=1,NMUE),
C      &          (-1.*CI*RK/OM*PHIC(NP-1,K+3)*EXP(CI*RK*X(NP-1)),K=1,NMUE)
C      END

```

```

IF (ED .NE. 0) THEN
WRITE(IOTXT,*)OM, NMUE, (MUE(IM),IM=1,NMUE)
WRITE(IOTXT,*)((FRC(I,K)*(-1)**(K+I), K=1,3), I=1,3)
WRITE(IOTXT,*)((FDC(I,IMUE)*(-1)**I, IMUE=1,NMUE), I=1,3)
WRITE(IOTXT,*)((FFKC(I,IMUE) * (-1)**I, IMUE=1,NMUE), I=1,3)
END IF

```

```

END

```

```

BLOCKDATA YNBLD

```

```

COMMON /INOUT/ IN, IOUT, IOTXT
DATA IN, IOUT, IOTXT /5, 6, 20/
END

```

8.2 Programm FLA

```
PROGRAM FLA
C Berechnung der Wasserlinienbreiten, des Tiefgans, der Flaechе und
C der y-, z-Koordinate des Flaechenschwerpunkts von Spanten aus der
C YEUNGB-Eingabedatei
PARAMETER (IMAX=25)
DIMENSION Y(50),Z(50),HO(IMAX),SIG(IMAX),BX(IMAX),DX(IMAX),
& YX(IMAX),ZX(IMAX),AX(IMAX)
CHARACTER*80 TEX
OPEN(UNIT=5,FILE='M1.DAT',STATUS='OLD')
OPEN(UNIT=6,FILE='M4.DAT',STATUS='NEW')
J=0
READ(5,*)
1 READ(5,*,END=50,ERR=20)TEX,N,T,(Y(I),Z(I),I=1,N)
J=J+1
F=0.
ZM=0.
YM=0.
BMIN=Y(1)
BMAX=Y(1)
TMAX=Z(1)
DO 10 M=2,N
F=F+0.5*(Y(M-1)+Y(M))*(Z(M-1)-Z(M))
ZM=ZM+0.25*(Y(M-1)+Y(M))*(Z(M-1)-Z(M))*(Z(M)+Z(M-1))
YM=YM+0.125*(Y(M-1)+Y(M))*2*(Z(M-1)-Z(M))
BMIN=MIN(BMIN,Y(M))
BMAX=MAX(BMAX,Y(M))
TMAX=MAX(TMAX,Z(M))
10 CONTINUE
BX(J)=Y(N)-Y(1)
HO(J)=BX(J)/2./T
SIG(J)=F/(BX(J)*T)
IF(SIG(J).GT.1.) SIG(J)=1.
DX(J)=T
YX(J)=WENN(ABS(YM).LT.1.E-4,0.,YM)
ZX(J)=ZM/(F+1.E-10)
AX(J)=F
READ(5,*)NFP,(X,IFP=1,NFP),NMUE,(X,IMUE=1,NMUE)
GOTO 1
C Ausgabedaten fuer Programm RDM zur Berechnung des Rolldaempfung-
C momentes
50 L=J
WRITE(6,'( ''          Daten fuer RDM.FOR zur Berechnung der
&Rolldaempfung''/ ''          X      HO          SIG
& BX          DX '' )')
DO 60 J=1,L
60 WRITE(6,*) J,HO(J),SIG(J),BX(J),DX(J)
C Ausgabedaten fuer Programm BUEF6G zur Berechnung der Uebertragungs-
C funktion
WRITE(6,'( ''          Daten fuer BUEF6G.FOR zur Berechnung der Ueber
&tragungsfunfunktionen ''/ ''          XX      YX
&ZX          BX          AX '' )')
DO 70 J=1,L
70 WRITE(6,*) J,YX(J),ZX(J),BX(J),AX(J)
20 STOP ' Die Ausgabedatei M4.DAT wurde erzeugt '
END
```

8.3 Programm RDM

```

PROGRAM RDM
C      ----- ESTIMATION OF ROLL DAMPING -----
C      CODED BY Y.IKEDA
C Wegen der Umrechnung wurde einiges geaendert und mit ! gekennzeichnet !
REAL L,NUE,NABLA
DIMENSION X(25),HO(25),SIG(25),BX(25),DX(25),B44HAT(100),
*        BWHAT(100),BEHAT(100),BLHAT(100),
*        FN(100),BFHAT(100),B44(100)
CHARACTER TITLE(70)

OPEN(UNIT=5,FILE='M5.DAT',STATUS='OLD',ERR=999) !
OPEN(UNIT=6,FILE='M6.DAT',STATUS='NEW') !

READ (5,100) (TITLE(I),I=1,70)
100  FORMAT (70A1)
C      *** PRINCIPAL DIMENSIONS --- L=LENGTH,B=BREADTH,D=DRAFT,NABLA=VO
C      --- CB=BLOCK COEFF.,CM=MIDSHIP COEFF.,
READ (5,*) L,B,D,NABLA,CB,CM
C
READ (5,*) NUE
C      --- T,THETA !
READ (5,*) T,THETA !
C      --- NUMBERS OF FN AND DATAS ---
READ (5,*) N,M
C      --- PARAMETERS OF EACH SECTION --- HO=B/2D,SIG=S/BD,BX=BREADTH
C      DX=DRAFT
DO 1 I=1,N
READ (5,*) X(I),HO(I),SIG(I),BX(I),DX(I)
C Umrechnung der Spantnummer !
X(I)=10.*(X(I)-1.)/(N-1.) !
C Umrechnung zwischen Schiff und Schiffmodell (100 : 1) nach [7] !
SCALE=100. !
BX(I)=BX(I)/SCALE !
1 DX(I)=DX(I)/SCALE !
C *** BILGE KEELS DATA *** BBK=BREADTH OF B,K.,XBK1=X OF B,K, END
C XBK2=X OF B,K, END(FOR)
READ (5,*) BBK,XBK1,XBK2
C Umrechnung zwischen Koordinaten und Spantnummern !
XBK1=10*(0.5+XBK1/L) !
XBK2=10*(0.5+XBK2/L) !
C Umrechnung zwischen Schiff und Schiffmodell !
L=L/SCALE !
B=B/SCALE !
D=D/SCALE !
NABLA=NABLA/SCALE**3 !
BBK=BBK/SCALE !
T=T/SQRT(SCALE) !
5 CONTINUE
C      --- CONDITION --- OGD=OG/D,T=PERIOD,THETA=AMP. OF ROLL
READ (5,*) OGD
C      --- WAVE MAKING COMPONENT AT FN=0.0 ---
C      READ (5,*) BWOSM !
C Hier wird nur die zusaetzliche Rolldaempfung berechnet. Der Wellen- !
C Anteil wird durch das Programm YEUNGB berechnet !
READ (5,*) (FN(I),I=1,M)
BWOSM=0.00 !
WRITE (6,200) (TITLE(I),I=1,70)
200  FORMAT (1H1,///,7X,5H-----,2X,70A1,2X,5H-----)
WRITE (6,300) L,B,D,NABLA,CB,CM
300  FORMAT (1H ,//,5X,8H--DATA--,2X,2HL=,F8.4,2X,2HB=,F8.4,2X,2HD=,
*        F8.5,2X,6HNABLA=,F12.5,2X,3HCB=,F8.5,2X,3HCM=,F8.5)

```

```

WRITE (6,301) OGD,NUE,BWOSM
301  FORMAT (1H ,5X,5HOG/D=,F8.3,
*      2X,4HNUE=,F12.8,2X,6HBWOSM=,3F15.10)
WRITE (6,306) T,THETA
306  FORMAT (1H ,5X,3HT =,F8.5,7HTHETA =,F8.5)
WRITE (6,302) BBK,XBK1,XBK2
302  FORMAT (1H ,5X,4HBBK=,F8.5,2X,5HXBK1=,F8.3,2X,5HXBK2=,F8.3)
WRITE (6,304)
304  FORMAT (1H ,//,4X,25H--DATAS OF EACH SECTION--)
DO 15 I=1,N
15  WRITE (6,303) X(I),HO(I),SIG(I),BX(I),DX(I)
303  FORMAT (1H ,4X,3HSS=,F8.3,3X,3HHO=,F8.5,3X,6HSIGMA=,F8.5,3X,2HB=,
*      F8.5,3X,2HD=,F8.5)
C
-----
OMEGA=6.28318/T
IF (THETA.LT.1.E-6) THEN
WRITE (6,305) (0.,I=1,M)
305  FORMAT (1H ,5X,F6.4)
STOP 'THETA .LT. 1.E-6'
END IF
CALL FRICT (L,B,D,CB,NABLA,OGD,NUE,OMEGA,FN,BFHAT,M)
CALL WAVE (L,D,OMEGA,BWOSM,FN,BWHAT,M)
CALL LIFT (L,B,D,CM,NABLA,OGD,FN,BLHAT,M)
CALL EDDY (X,HO,SIG,BX,DX,B,D,NABLA,OGD,OMEGA,THETA,FN,
*      BEHAT,M,N,L)
IF (BBK.LT.1.E-10) GOTO 20
CALL BK (X,HO,SIG,BX,DX,B,D,NABLA,OGD,OMEGA,THETA,BBK,
*      XBK1,XBK2,BBKHAT,M,N,L)
20  IF (BBK.LT.1.E-10) BBKHAT=0.0
DO 3 I=1,M
B44HAT(I)=BFHAT(I)+BWHAT(I)+BLHAT(I)+BEHAT(I)+BBKHAT
C Umrechnung zwischen Schiff und Schiffmodell !
3  B44(I)=1.025*NABLA*B**2*SQRT(19.6133/B)*SCALE**4.5*B44HAT(I) !
C
-----
C
WRITE (6,190) THETA,THETA*180/3.1415,OMEGA,T,BWOSM
190  FORMAT (1H ,///,' AMPLITUDE=',F8.4,' RAD,',F6.2,' GRAD OMEGA=',
*      F8.4,' T=',F8.2,' BWOSM=',F10.5)
WRITE (6,201)
201  FORMAT (1H ,///,3X,2HFN,4X,5HBFHAT,3X,5HBWHAT,3X,5HBEHAT,3X,
*      5HBLHAT,3X,6HBBKHAT,4X,2H--,2X,6HBF/B44,2X,6HBW/B44,
*      2X,6HBE/B44,2X,6HBL/B44,2X,7HBBK/B44,3X,2H--,1X,
*      6HB44HAT,2X,2H--)
DO 4 I=1,M
BFF=BFHAT(I)/B44HAT(I)
BWW=BWHAT(I)/B44HAT(I)
BEE=BEHAT(I)/B44HAT(I)
BLL=BLHAT(I)/B44HAT(I)
BBKK=BBKHAT /B44HAT(I)
4  WRITE (6,202) FN(I),BFHAT(I),BWHAT(I),BEHAT(I),BLHAT(I),BBKHAT,
*      BFF,BWW,BEE,BLL,BBKK,B44HAT(I)
202  FORMAT (1H ,1X,F6.3,5(1X,F7.5),3X,2H--,2X,5(F7.5,1X),2X,
*      2H--,1X,F7.5,1X,2H--)
WRITE(6,*) ' FN' !
WRITE(6,*) (FN(I),I=1,M) !
WRITE(6,*) ' B44HAT ' !
WRITE(6,*) (B44HAT(I),I=1,M) !
WRITE(6,*) ' B44 fuer Schiff [kN.m/s]' !
WRITE(6,*) (B44(I),I=1,M) !
STOP ' Die Ausgabedatei M6.DAT wurde erzeugt ' !
999 STOP ' Fehler in der Eingabedatei M5.DAT ' !

```

END

```
C -----
C SUBROUTINE LIFT (L,B,D,CM,NABLA,OGD, FN,BLHAT,M)
C LIFT COMPONENT
C REF. Y.IKEDA ET AL (JZK.NO. 143)
REAL L,NABLA,KAPA,KN,LO,LR
DIMENSION FN(100),BLHAT(100)
IF (CM.LE.0.92) KAPA=0.0
IF (CM.LE.0.97 .AND. CM.GT.0.92) KAPA=0.1
IF (CM.GT.0.97) KAPA=0.3
KN=6.28319*D/L+KAPA*(4.1*B/L-0.045)
OG=OGD*D
LO=0.3*D
LR=0.5*D
DO 1 I=1,M
1 * BLHAT(I)=L*D*KN*LO*LR*FN(I)*0.5/(NABLA*B**2)*SQRT(0.5*L*B)*(1.0-
* 1.4*OG/LR+0.7*OG**2/(LO*LR))
RETURN
END
```

```
C -----
C SUBROUTINE WAVE (L,D,OMEGA,BWOSM, FN,BWHAT,M)
C WAVE MAKING COMPONENT
C REF. Y.IKEDA ET AL (JZK.NO. 243)
REAL L,LOMEGA
DIMENSION FN(100),BWHAT(100)
GUZAID=OMEGA**2*D/9.80665
A1=1.0+GUZAID**(-1.2)*EXP(-2.0*GUZAID)
A2=0.5+GUZAID**(-1.0)*EXP(-2.0*GUZAID)
DO 1 I=1,M
1 * LOMEGA= OMEGA*FN(I)*SQRT(L/9.80665)
* BWHAT(I)=BWOSM*0.5*((A2+1.0)+(A2-1.0)*TANH(20.0*(LOMEGA-0.3)))+
* (2.0*A1-A2-1.0)*EXP(-150.0*(LOMEGA-0.25)**2))
RETURN
END
```

```
C -----
C SUBROUTINE FRICT (L,B,D,CB,NABLA,OGD,NUE,OMEGA, FN,BFHAT,M)
C FRICTIONAL COMPONENT
C REF. H.KATO (JZK.NO.102) AND S.TAMIYA ET AL (JZK.NO.132)
REAL NABLA,NUE,L
DIMENSION FN(100),BFHAT(100)
SF=L*(1.7*D+CB*B)
RF=((0.887+0.145*CB)*(1.7*D+CB*B)-2.0*OGD*D)/3.145
DO 1 I=1,M
1 * BFHAT(I)=0.78*SF*RF**2*SQRT(OMEGA*NUE*B/19.6133)/(NABLA*B**2)
* *(1.0+4.1*FN(I)/OMEGA*SQRT(9.80665/L))
RETURN
END
```

```
C -----
C * SUBROUTINE EDDY (X,HO,SIG,BX,DX,B,D,NABLA,OGD,OMEGA,THETA, FN,
* BEHAT,M,N,L)
C EDDY MAKING COMPONENT
C REF. Y.IKEDA ET AL (JZK,NO,142, JZK,NO,143)
REAL NABLA,LTHETA,L
DIMENSION X(25),HO(25),SIG(25),BX(25),DX(25),FN(100),BEHAT(100),
* RMAX1(2),V(2),CR(25),CR1(25),X1(30)
DO 1 J=1,N
```

```

AHO=HO(J)/(1.0-OGD)
SIGMA=(SIG(J)-OGD)/(1.0-OGD)
E=(AHO-1.0)/(AHO+1.0)
E2=E**2
A=4.0*SIGMA*(1.0-E2)/3.1415+E2
O=-A/(A+3.0)
O2=SQRT(O**2-(A-1.0)/(A+3.0))
A3=O+O2
A1=E*(1.0+A3)
AM=BX(J)/(1.0+A1+A3)*0.5
AA1=A1*(1.0+A3)/A3*0.25
IF (AA1.GT.1.0) AA1=1.0
IF (AA1.LT.-1.0) AA1=-1.0
C IF (AA1.LT.-1.0) AA1=1.0 !
DO 2 I=1,2
LTHETA=0.5*ACOS(AA1)
IF (I.EQ.1) LTHETA=0.0
AH=1.0+A1**2+9.0*A3**2+2.0*A1*(1.0-3.0*A3)*COS(2.0*LTHETA)-6.0*A3
* *COS(4.0*LTHETA)
AA=-2.0*A3*COS(5.0*LTHETA)+A1*(1.0-A3)*COS(3.0*LTHETA)+((6.0-3.0*
* A1)*A3**2+(A1**2-3.0*A1)*A3+A1**2)*COS(LTHETA)
BB=-2.0*A3*SIN(5.0*LTHETA)+A1*(1.0-A3)*SIN(3.0*LTHETA)+((6.0+3.0*
* A1)*A3**2+(3.0*A1+A1**2)*A3+A1**2)*SIN(LTHETA)
V(I)=2.0*AM*SQRT(AA**2+BB**2)/AH
2 RMAX1(I)=AM*SQRT(((1.0+A1)*SIN(LTHETA)-A3*SIN(3.0*LTHETA))**2
* +((1.0-A1)*COS(LTHETA)+A3*COS(3.0*LTHETA))**2)
RMAX=RMAX1(1)
VMAX=V(1)
IF (RMAX1(1).LE.RMAX1(2)) GOTO 8
GO TO 9
8 RMAX=RMAX1(2)
VMAX=V(2)
9 CONTINUE
RMEAN=2.0*DX(J)*(1.0-OGD)*SQRT(AHO*SIGMA/3.1415)
P1=VMAX/RMEAN
P2=RMAX/RMEAN
PP3=P1+P2
IF (SIGMA.LT.0.99) GOTO 20
GAMMA=(1.0+4.0*EXP(-165000.0*(1.0-SIGMA)**2))*PP3
GOTO 21
20 GAMMA=PP3
21 CP=0.5*(0.87*EXP(-GAMMA)-4.0*EXP(-0.187*GAMMA)+3.0)
F1=0.5*(1.0+TANH(20.0*(SIG(J)-0.7)))
F2=0.5*(1.0-COS(3.1415*SIG(J)))-1.5*(1.0-EXP(-5.0*(1.0-SIG(J))))*
* SIN(3.1415*SIG(J))**2
R=2.0*DX(J)*SQRT(HO(J)*(SIG(J)-1.0)/(-0.8584))
RD=R/DX(J)
IF (HO(J).LE.1.0.AND.RD.GE.AHO) R=0.5*BX(J)
IF (HO(J).GT.1.0.AND.RD.GE.1.0) R=DX(J)
RD=R/DX(J)
1 CR1(J)=RMAX**2/DX(J)**2*CP*((1.0-F1*RD)*(1.0-OGD-F1*RD)+F2*
* (HO(J)-F1*RD)**2)
C WRITE (6,452) !
452 FORMAT (1H ,//,4X,4H----,31HLONGITUDINAL DISTRIBUTION OF CR,
* 4H----)
C DO 10 J=1,N
C 10 WRITE (6,453) X(J),CR1(J) !
453 FORMAT (1H ,4X,3HSS=,F8.5,4X,3HCR=,F12.5)
DO 3 K=1,21
X1(K)=0.0+0.5*FLOAT(K-1)
MAX=N

```

```

3 CALL HOKAN1 (X,CR1,25,MAX,X1(K),CR(K),DAM,1,0)
  CR(1)=1.5*(1.0-OGD)
  CR(21)=CR(1)
  SAM=0.0
  DO 4 K=1,10
    K2=2*K
    K1=K2-1
    K3=K2+1
    SAM1=CR(K1)+4.0*CR(K2)+CR(K3)
4 SAM=SAM+SAM1
  CRT=SAM/60.0
  BEHAT(1)=4.0*L*D**4/3.0/3.1415*OMEGA*SQRT(B/19.6)/NABLA/B**2*CRT
*   *THETA
  DO 5 I=2,M
    AK=OMEGA/FN(I)*SQRT(L/9.8)
5 BEHAT(I)=BEHAT(1)*(0.04*AK)**2/((0.04*AK)**2+1.0)
  RETURN
  END

C -----
C * SUBROUTINE BK (X,HO,SIG,BX,DX,B,D,NABLA,OGD,OMEGA,THETA,BBK,
C   *   XBK1,XBK2,BKHAT,M,N,L)
C DAMPING DUE TO BILGE KEELS.
C REF. Y.YKEDA ET AL. (KZK,NO.161,KZK,NO.165)
C REAL NABLA,M1,M2,M3,M4,M5,M6,M7,M8,L
C DIMENSION X(25),HO(25),SIG(25),BX(25),BBKHAT(25),XBK(25)
*   ,RATIO(25)
  XBK(1)=XBK1
  XBK(11)=XBK2
  DO 1 I=2,10
1 XBK(I)=XBK(I-1)+(XBK2-XBK1)*0.1
  MAX=N
  DO 2 I=1,11
    CALL HOKAN1 (X,HO,25,MAX,XBK(I),HO1,DAM,1,0)
    CALL HOKAN1 (X,SIG,25,MAX,XBK(I),SIG1,DAM,1,C)
    CALL HOKAN1 (X,DX,25,MAX,XBK(I),DX1,DAM,1,0)
    CALL HOKAN1 (X,BX,25,MAX,XBK(I),BX1,DAM,1,0)
    R=2.0*DX1*SQRT(HO1*(SIG1-1.0)/(-0.8585))
    RD=R/DX1
    IF (HO1.LE.1.0.AND.RD.GE.HO1) R=0.5*BX1
    IF (HO1.GT.1.0.AND.RD.GE.1.0) R=DX1
    RD=R/DX1
    F=1.0+0.3*EXP(-160.0*(1.0-SIG1))
    RBK=DX1*SQRT((HO1-0.2929*RD)**2+(1.0-OGD-0.2929*RD)**2)
    M1=RD
    M2=OGD
    M3=1.0-M1-M2
    M4=HO1-M1
    M5=(0.414*HO1+0.0651*M1**2-(0.382*HO1+0.0106)*M1)/((HO1-0.215
*   *M1)*(1.0-0.215*M1))
    M6=(0.414*HO1+0.0651*M1**2-(0.382+0.0106*HO1)*M1)/((HO1-0.215
*   *M1)*(1.0-0.215*M1))
    S0=0.3*(3.1415*F*RBK*THETA)+1.95*BBK
    M7=S0/DX1-0.25*3.1415*M1
    R1=0.25*3.1415*R
    IF (S0.LT.R1) M7=0.0
    M8=M7+0.414*M1
    IF (S0.LT.R1) M8=M7+1.414*(1.0-COS(S0/R))*M1
    A=(M3+M4)*M8-M7**2
    BB=M4**3/3./((HO1-0.215*M1)+(1.0-M1)**2*(2.0*M3-M2)/6.0/(1.0
*   -0.215*M1)+M1*(M3*M5+M4*M6)

```

```

CPPLAS=1.2
CPMINS=-22.5*BBK/(3.1415*RBK*F*THETA)-1.2
CD=CPPLAS-CPMINS
C    --- BBKHAT FOR UNIT LENGTH ---
      RATIO(I)=RBK*BBK*CD/(RBK*BBK*CD+0.5*DX1**2*(-A*CPMINS+BB*CPPLAS))
      BBKHAT(I)=8.0*RBK**2*OMEGA*SQRT(B/19.6)*THETA*F**2/(3.0*3.1415
*      *NABLA*B**2)*(RBK*BBK*CD+0.5*DX1**2*(-A*CPMINS+BB*CPPLAS
*      ))
C      WRITE (6,100)
100    FORMAT (1H ,//,4H----,35HLONGITUDINAL DISTRIBUTION OF BBKHAT,
*      4H----)
C      DO 7 I=1,11
C 7    WRITE (6,101) XBK(I),BBKHAT(I),RATIO(I)
101    FORMAT (1H ,4X,3HSS=,F8.5,3X,7HBBKHAT=,F13.8,3X,
*      22HNORMAL FORCE/TOTAL BK=,F13.8)
C    --- BBKHAT FOR THREE DIMENSIONAL SHIP FORM ---
6    SAM=0.0
      DO 3 I=1,5
          I2=2*I
          SAM1=BBKHAT(I2-1)+4.0*BBKHAT(I2)+BBKHAT(I2+1)
          SAM=SAM+SAM1
          BKHAT=SAM*(XBK2-XBK1)*0.1/3.0*L*0.1
          RETURN
3    END

```

```

C    -----
C    SUBROUTINE HOKAN1 (X1,Y1,MAX,N,X,Y,YX,M1,M2)
C    LAGRANGE 3 POINTS INTERPOLATION
      DIMENSION X1(MAX),Y1(MAX),WX(3),WY(3)
      N1=N-1
      DO 10 I=2,N1
          IF (X.LE.X1(I)) GOTO 1
10     CONTINUE
      1    I1=I-1
          IF (X.GT.X1(N1)) I1=N-2
          I2=I1+2
          DO 20 I=I1,I2
              II=I+1-I1
              WX(II)=X1(I)
              WY(II)=Y1(I)
20     IF (M1.NE.1) GOTO 2
          CALL LAG3 (WX,WY,X,Y)
      2    CONTINUE
          IF (M2.NE.1) RETURN
          YX=0.0
          RETURN
      END

```

```

C    -----
C    SUBROUTINE LAG3 (WX,WY,X,Y)
      DIMENSION WX(3),WY(3)
      Y=0.0
      DO 11 I=1,3
          W=1.0
          Z=1.0
          DO 12 J=1,3
              IF (J.EQ.I) GOTO 12
              W=W*(X-WX(J))
              Z=Z*(WX(I)-WX(J))
          12
      11

```

```
12 CONTINUE
    Y=Y+WY(I)*W/Z
11 CONTINUE
    RETURN
    END
```

8.4 Programm BUEF6G

```

PROGRAM
C Berechnung der Uebertragungsfunktionen der Bewegungen mit 6
C Freiheitsgraden eines symmetrischen Schiffes mit beliebigem
C Beladungszustand in regelmaessigen Wellen aus beliebigen Richtungen
PARAMETER (MOM=15,MIX=25,MRE=25,MRM=7,MFN=10)
INTEGER IMUE(MRM)
REAL RLA(MOM),RM(MRM),OM(MOM),OMO(MOM),OMO2(MOM),OME1(3),OM1(3),
& XX(MIX),YX(MIX),ZX(MIX),BX(MIX),AX(MIX),FNF(MFN),B44(MFN),
& F3(3),G3(3),BETR(6,MOM,MRM),BETRS(6,MOM,MRM),PHASE(6,MOM,MRM),
& PHASES(6,MOM,MRM),RMFAKT(MRM),XRE(MRE),YRE(MRE),ZRE(MRE)
COMPLEX CI,CIOME,CINT,CEX,DCEX,CEB,CM(6,6),CS(6,6),CB(6,6),
& CZW(6,6),CV(6,3),CW(3,6),CAW(3,6),CAWVOR(3,6),DCAW(3,6),CA(3,3),
& CA1(MOM,6,MIX),CE1(MOM,6,MRM,MIX),GE(6,1),GEVOR(3,1),DGE(3,1),
& CZWE(6,1),CE(6,1),CKO(6,7),CU(6,1,MRM),CUS(3,MRM),
& CWB(3,6),CXB(3,1),CXW(3,1),CXBW(3,1)
CHARACTER*80 TEXT
DATA CI/(0.,1.)/

OPEN(UNIT=5,FILE='M7.DAT',STATUS='OLD',ERR=999)
OPEN(UNIT=20,FILE='DSK2:M3.DAT',STATUS='OLD')
OPEN(UNIT=6,FILE='DSK2:M8.DAT',STATUS='NEW')
OPEN(UNIT=8,FILE='DSK2:M9.DAT',STATUS='NEW')
OPEN(UNIT=13,FILE='DSK2:M10.DAT',STATUS='NEW')

C
C Ueberschrift, RHO, G
C IMASS=0, wenn Massendaten des Schiffsschwerpunktes eingegeben werden
C IMASS=1, wenn Massendaten fuer jede Abschnitt eingegeben werden
C ISPIEG=1, wenn ein Spiegel am ersten Spant; =0, sonst
C NOMO - Anzahl der Frequenzen, bei den Querschnittsdaten berechnet sind
C
READ(5,*) TEXT
READ(5,*) G,RHO,IMASS,ISPIEG,NOMO
WRITE(6,(' Uebertragungsfunktionen der Bewegungen in 6 Freihei
&tsgraden eines Schiffes in regelmaessigen Wellen'/
& 1X,101(1H-)))
WRITE(6,('/1A80')) TEXT
WRITE(6,(' Erdbeschleunigung G [m**2/s]**,F8.3/
& ' Wasserdichte RHO [t/m**3]**,F8.3/)) G,RHO

C
C Koordinatenrichtung: x nach vorn; y nach Stb.; z nach unten
C Koordinatennullpunkt: x--Hauptspant; y--Mitte Schiff; z--Wasserlinie
C Einlesen Schiffs-Laenge XLP, -Breite B, -Mitteltiefgang D, Anzahl
C der Spanten NX, x-, y-, und z-Koordinaten des Spantflaechen-
C schwerpunktes, Spant-WL-Breite BX und Spantflaechen AX
READ(5,*) XLP,B,D,NX,(XX(I),YX(I),ZX(I),BX(I),AX(I),I=1,NX)
WRITE(6,(' XPL='',F8.3,' [m] B='',F8.3,' [m] D='',
& F8.3,' [m] NX='',I3//'' XX(I) ''',YX(I) ''',ZX(I) ''',
& '' BX(I) ''',AX(I) ''/' [m] ''', [m] ''',
& '' [m] ''', [m] ''', [m**2] ''')) XLP,B,D,NX
DO 3 I=1,NX
3 XX(I)=((XX(I)-1.)/(NX-1.)-0.5)*XLP
WRITE(6,('1X,5F8.3')) (XX(I),YX(I),ZX(I),BX(I),AX(I),I=1,NX)
C Ergaenzung der Werte von XX,YX,ZX,BX,AX an beiden Enden
XX(0)=XX(1)
XX(NX+1)=XX(NX)
YX(0)=YX(1)
YX(NX+1)=YX(NX)
ZX(0)=ZX(1)
ZX(NX+1)=ZX(NX)

```

```

    BX(0)=BX(1)
    BX(NX+1)=BX(NX)
    AX(0)=-AX(1)
    AX(NX+1)=AX(NX)
C
C Einlesen Massendaten
    IF(IMASS.EQ.0) GOTO 16
C Massendaten fuer jede Abschnitt, wenn IMASS=1 ist
    WRITE(6,(''OMassendaten fuer jede Abschnitt''/
& ''OSchnitt Masse [t] Schwerpunktkoordinaten [m] Traegheitsmo
& mente [t.m**2] um die Zentrifugalmomente [t.m**2]''/
& '' Nr. x y z x-Achse
& y-Achse z-Achse xy yz xz'''))
    RMAS=0.
    RMASX=0.
    RMASY=0.
    RMASZ=0.
    TX=0.
    TY=0.
    TZ=0.
    TXY=0.
    TYZ=0.
    TXZ=0.
    DO 1 I=1,NX
    READ(5,*) RMASS,XG,YG,ZG,THXX,THYY,THZZ,THXY,THYZ,THXZ
    WRITE(6,(' (I5,3X,F11.3,1X,3F8.3,3X,3G11.3,10X,3G11.3)'))
& I, RMASS,XG,YG,ZG,THXX,THYY,THZZ,THXY,THYZ,THXZ
    RMAS=RMAS+RMASS
    RMASX=RMASX+RMASS*XG
    RMASY=RMASY+RMASS*YG
    RMASZ=RMASZ+RMASS*ZG
    TX=TX+THXX
    TY=TY+THYY
    TZ=TZ+THZZ
    TXY=TXY+THXY
    TYZ=TYZ+THYZ
    TXZ=TXZ+THXZ
1 CONTINUE
    RMAS=RMAS
    XG=RMASX/RMAS
    YG=RMASY/RMAS
    ZG=RMASZ/RMAS
    THXX=TX
    THYY=TY
    THZZ=TZ
    THXY=TXY
    THYZ=TYZ
    THXZ=TXZ
    IF(IMASS.EQ.1) GOTO 17
C Massendaten des Schiffsschwerpunktes, wenn IMASS=0 ist
16 READ(5,*) RMASS,XG,YG,ZG,THXX,THYY,THZZ,THXY,THYZ,THXZ
17 WRITE(6,('
& ''OSchiff Masse [t] Schwerpunktkoordinaten [m] Traegheitsmomen
& te [t.m**2] um die Zentrifugalmomente [t.m**2]''/
& '' x y z x-Achse
& y-Achse z-Achse xy yz xz'''))
    WRITE(6,(' (8X,F11.3,1X,3F8.3,3X,3G11.3,10X,3G11.3)'))
& RMASS,XG,YG,ZG,THXX,THYY,THZZ,THXY,THYZ,THXZ
C Massenmatrix CM
    CALL SETZE(CM(1,1),6,
& RMASS, 0., 0.,

```

```

& 0., RMASS, 0.,
& 0., 0., RMASS)
CALL SETZE(CM(1,4),6,
& 0., RMASS*ZG, -RMASS*YG,
& -RMASS*ZG, 0., RMASS*XG,
& RMASS*YG, -RMASS*XG, 0.)
CALL SETZE(CM(4,1),6,
& 0., -RMASS*ZG, RMASS*YG,
& RMASS*ZG, 0., -RMASS*XG,
& -RMASS*YG, RMASS*XG, 0.)
CALL SETZE(CM(4,4),6,
& THXX, -THXY, -THXZ,
& -THXY, THYY, -THYZ,
& -THXZ, -THYZ, THZZ)
WRITE(6,
& (''
& 6(1X,F13.3,2X))') ((Real(CM(I,J)),J=1,6),I=1,6)

```

C

C Einlesen der WL-Flaeche AW, x- und y-Koordinaten des WLF-Schwerpunkts,
C metazentrische Hoehe GMB und laengenmetazentrische Hoehe GML

```

READ(5,*) AW,XW,YW,GMB,GML
WRITE(6,('/' Wasserlinienflaeche, x- und y-Koordinaten des WL-
&Schwerpunkts, metazentrische Hoehe und laengenmetazentrische Hoehe
&'))
WRITE(6,(' AW=',F8.3,'m**2 XW=',F8.3,'m YW=',
& F8.3,'m GMB=',F8.3,'m GML=',F8.3,'m'))
& AW,XW,YW,GMB,GML

```

C Statische Rueckstellmatrix CS

```

CALL SETZE(CS(1,1),6,
& 0., 0., 0.,
& 0., 0., 0.,
& 0., 0., AW)
CALL SETZE(CS(1,4),6,
& 0., 0., 0.,
& 0., 0., 0.,
& AW*YW, -AW*XW, 0.)
CALL SETZE(CS(4,1),6,
& 0., 0., AW*YW,
& 0., 0., -AW*XW,
& 0., 0., 0.)
CALL SETZE(CS(4,4),6,
&RMASS/RHO*GMB, 0., 0.,
& 0.,RMASS/RHO*GML, 0.,
& 0., 0., 0.)

```

C Hydrostatische Matrix gegebene Daten mal RHO*G

```

CALL CFAKT(CS,RHO*G,6,6)
WRITE(6,('
&'
& Hydrostatische Matrix S'
&/6(1X,F13.3,2X))') ((Real(CS(I,J)),J=1,6),I=1,6)

```

C

C Einlesen Froude-Zahl FN_{SP}, oberhalb der der Spiegel nicht benetzt ist

```

IF(ISPIEG.EQ.1) THEN
READ(5,*) FNSP
WRITE(6,*) ' FNSP=', FNSP,', oberhalb der der Spiegel nicht benetzt
&ist'
END IF

```

C

C Einlesen der Anzahl regelmaessigen Wellen NOM und Wellenlaengen RLA
READ(5,*) NOM,(RLA(IOM),IOM=1,NOM)

```

        WRITE(6,*) '  NOM=',NOM,'  Wellenlaenge RLA [m]=' ,
        & (RLA(IOM),IOM=1,NOM)
C
C Einlesen der Anzahl der Froude-Zahlen NFN und Froude-Zahlen FNF, bei
C der die Uebertragungsfunktionen berechnet werden und entsprechenden
C Zusatzrolldaempfungsmomente B44 nach Ikedas bei Rolleigenfrequenz und
C Rollamplitude, ohne Wellenanteil, der von diesem Programm selbst
C berechnet wird.
        READ(5,*) NFN,(FNF(IFN),IFN=1,NFN),(B44(IFN),IFN=1,NFN)
        WRITE(6,*) '  NFN=',NFN,',          Froude-Zahl  Fn =',
        & (FNF(IFN),IFN=1,NFN)
        WRITE(6,*) '  Zusatzrolldaempfungsmoment B44 [kN.m/s] =',
        & (B44(IFN),IFN=1,NFN)
C
C Einlesen der Punkt-Anzahl NRE und Punkt-Koordinaten, bei denen
C Bewegung CXB und Rel.-bewegungen CXBW in bezug auf Orbital-Bewegung an
C demselben Punkt berechnet werden
        READ(5,*) NRE,(XRE(I),YRE(I),ZRE(I),I=1,NRE)
C
C Berechnung Kreisfrequenzen OM fuer alle Wellen
        PI=3.141593
        DO 2 IOM=1,NOM
          2  OM(IOM)=SQRT(2*PI*G/RLA(IOM))
C
C NIM---Anzahl der Beg.-winkel, bei den Ueb.-F. zu berechnen sind
C NIN1---Anzahl der Beg.-winkel, bei den Querschnittsdaten berechnet sind
C Begegnungswinkel: 0, 30, 60, 90 ...bis 180 Grd. fuer symmetrisches
C Schiff
        NIM=7
        NIM1=4
        DO 11 IM=1,NIM
          RM(IM)=PI/6.*(IM-1)
          11  IMUE(IM)=WENN(IM.LT.5,FLOAT(IM),FLOAT(NIM+1-IM))
C
C Einlesen der Bewegungs- und Erregungsgrößen aller Spalten
C Von Datei log. Nr. 20
C OMO sind Frequenzen, bei denen Querschnittsdaten berechnet sind
C CA1((obere rechte Haelfte der hy. Massenmatrix) fuer alle NX Spalten)
C CE1(I)((fuer NIM1 Winkel) fuer NX Spalten)
C I=1,2 und 3 fuer Difr.-Kraefte,I=4,5 und 6 fuer Froude-Krillov-Kraeft
        READ(20,*)
        DO 12 IX=1,NX
          DO 12 L=1,NOMO
            READ(20,*) OMO(L),NIM1,(DUMM,I=1,NIM1)
            READ(20,*) (CA1(L,I,IX),I=1,3),DUMM,(CA1(L,I,IX),I=4,5),
            & DUMM,DUMM,CA1(L,6,IX)
            READ(20,*) ((CE1(L,I,IM,IX),IM=1,NIM1),I=1,3),
            & ((CE1(L,I,IM,IX),IM=1,NIM1),I=4,6)
          12  CONTINUE
C
          DO 15 L=1,NOMO
            15  OMO2(L)=OMO(L)**2
C
C UMRECHNUNG CA1= CA1/OM**2
          DO 13 IX=1,NX
            DO 13 I=1,6
              DO 13 L=1,NOMO
                CA1(L,I,IX)=CA1(L,I,IX)/OMO2(L)
              13  CONTINUE
C
C Fuer alle Froude-Zahlen

```

```

DO 10 IFN=1,NFN
  FN=FNF(IFN)
  VS=SQRT(G*XLP)*FN
C OM,OME sind Frequenzen, bei denen Ueb.-F. zu berechnen sind
C Fuer alle OM
  DO 20 IOM=1,NOM
    RK=OM(IOM)**2/G
    OM2=OM(IOM)**2
C Suchen 3er Frequenzen, die der Begegnungsfrequenz OM am naechsten
C liegen. Bestimmen 3er Interpolationskonstanten G3 ueber OM**2
  CALL LAGR1(OMO2,NOMO,OM2,J3,G3)
C Fuer alle 12 Winkel RM, reihenfolge siehe DATA-Anweisung,
C Nur fuer 7 Winkel, wenn alle Spanten symmetrisch sind.
  DO 30 IM=1,NIM
    RMUE=RM(IM)
    COSM=COS(RMUE)
    SINM=SIN(RMUE)
C Berechnung Begegnungsfrequenz OME
  OME=ABS(OM(IOM)-RK*VS*COSM)
  CIOME=CI*OME
  OME2=OME**2
C Suchen 3er Frequenzen, die der Begegnungsfrequenz OME am naechsten
C liegen. Bestimmen 3er Interpolationskonstanten F3 ueber OME**2
  CALL LAGR1(OMO2,NOMO,OME2,I3,F3)
C Fuer alle OME, RM
  CALL LOESCH(CB(1,1),6,6)
  CALL LOESCH(CE(1,1),6,1)
  CALL LOESCH(CAWVOR,3,6)
  CALL LOESCH(GEVOR,3,1)
  CALL LOESCH(CV,6,3)
  CV(2,1)=1.
  CV(3,2)=1.
  CV(4,3)=1.
  CALL LOESCH(CW,3,6)
  CW(1,2)=CIOME
  CW(2,3)=CIOME
  CW(3,4)=CIOME
C Fuer alle Spanten, von vorn ab
  DO 40 IX1=1,NX
    IX=NX+1-IX1
    X=XX(IX)
    DX=(XX(IX+1)-XX(IX-1))/2.
    CEX=CEXP(-CI*RK*X*COSM)
    DCEX=CEXP(-CI*RK*DX/2.*COSM)
C Korrektur von CW und CV
  CW(1,6)=CIOME*X-VS
  CW(2,5)=-CIOME*X+VS
  CV(5,2)=-X+DX/2.
  CV(6,1)=X+DX/2.
C Interpolieren von A
  CA(1,2)=0.
  CA(2,3)=0.
  CALL CLAGR(CA1(1,1,IX),NOMO,I3,F3,CA(1,1))
  CALL CLAGR(CA1(1,3,IX),NOMO,I3,F3,CA(1,3))
  CA(2,1)=CA(1,2)
  CALL CLAGR(CA1(1,4,IX),NOMO,I3,F3,CA(2,2))
  CA(3,1)=CA(1,3)
  CA(3,2)=CA(2,3)
  CALL CLAGR(CA1(1,6,IX),NOMO,I3,F3,CA(3,3))
C V=D/DX-Anteil von B
  IF(IX.LE.1.AND.ISPIEG.EQ.1.AND.FN.LT.FNSP) GOTO 222

```

```

CALL CMULT(CAW,CA,CW,3,3,6)
CALL CADD(DCAW,VS,CAWVOR,-VS,CAW,3,6)
CALL CEQ(CAWVOR,CAW,3,6)
CALL CMULT(CZW,CV,DCAW,6,3,6)
CALL CADD(CB(1,1),1.,CB(1,1),1.,CZW,6,6)
C Interpolieren von E
222 IM1=IMUE(IM)
DO 68 IZW=1,6
68 CALL CLAGR(CE1(1,IZW,IM1,IX),NOMO,J3,G3,GE(IZW,1))
C V=D/DX-Anteil von E
IF(IX.LE.1.AND.ISPIEG.EQ.1.AND.FN.LT.FNSP) GOTO 223
CALL CADD(DGE,1.,GEVOR,-1.,GE,3,1)
CALL CEQ(GEVOR,GE,3,1)
CALL CFAKT(DGE,VS*CI*CEX*DCEX/OM(IOM),3,1)
CALL CMULT(CZWE,CV,DGE,6,3,1)
CALL CADD(CE(1,1),1.,CE(1,1),1.,CZWE,6,1)
C CI*OME-Anteil von B und E
223 CV(5,2)=CV(5,2)+DX/2.
CV(6,1)=CV(6,1)-DX/2.
C Integrationsfaktor FINF=1 f"ur Trapezregel
FINT=1.
C Integrationsfaktor FINT setzt gegen 0 gehende Matrix A voraus.
CALL CFAKT(CAW,-CIOME*DX*FINT,3,6)
CALL CMULT(CZW,CV,CAW,6,3,6)
CALL CADD(CB(1,1),1.,CB(1,1),1.,CZW,6,6)
CALL CADD(GE(1,1),1.,GE(1,1),1.,GE(4,1),3,1)
CALL CFAKT(GE,CEX*FINT*DX,3,1)
CALL CMULT(CZWE,CV,GE,6,3,1)
CALL CADD(CE(1,1),1.,CE(1,1),1.,CZWE,6,1)
C Berechnung der Froude-Krilow-Laengskraft
CINT=-RHO*G*EXP(-RK*((ZX(IX+1)+ZX(IX))/2.))-CI*RK*((X+XX(IX+1))
& /2.*COSM-(YX(IX)+YX(IX+1))/2.*SINM))*AX(IX+1)-AX(IX)
CE(1,1)=CE(1,1)+CINT
CE(5,1)=CE(5,1)+ZX(IX)*CINT
CE(6,1)=CE(6,1)-YX(IX)*CINT
40 CONTINUE
C Spiegel-Laengskraft
IF(ISPIEG.EQ.1.AND.FN.LT.FNSP) THEN
CINT=-RHO*G*EXP(-RK*ZX(1))-CI*RK*(XX(1)*COSM-YX(1)*SINM))*AX(1)
CE(1,1)=CE(1,1)+CINT
CE(5,1)=CE(5,1)+ZX(1)*CINT
CE(6,1)=CE(6,1)-YX(1)*CINT
END IF
C Abschaetzung der hydrodynamischen Masse RM11 infolge der Laengsbewegung
RM11=2.7*RMAS*(RMAS**(1./3.)/XLP)**2
CB(1,1)=CB(1,1)+RM11*OME2
CB(1,5)=CB(1,5)+RM11*OME2*D/2.
CB(5,1)=CB(5,1)+RM11*OME2*D/2.
CB(5,5)=CB(5,5)+RM11*OME2*D**2/4.
C Bestimmung des Zusatzrolldaempfungsmoments B44*OME
C Addieren des Wellen- und Zusatz-Anteils der Rolldaempfungsmomente
CB(4,4)=CB(4,4)+CMPLX(0.,-B44(IFN)*OME)

C Berechnung der Matrizen CKO fuer ganzes Schiff
CALL CADD(CKO,-OME2,CM(1,1),1.,CS(1,1),6,6)
CALL CADD(CKO,1.,CKO,-1.,CB(1,1),6,6)
CALL CEQ(CKO(1,7),CE(1,1),6,1)
CALL CADD(CKO(1,7),0.,CKO(1,7),-1.,CE(1,1),6,1)
C Loesung Bewegungsgleichung
CALL SIMQ3(CKO,6,1,6,KS,1.E-6)
CALL CEQ(CU(1,1,IM),CKO(1,7),6,1)

```

```

C
WRITE(6,'(1X,123(1H-)/'                               Realteil, Imaginaerteil
& und Betrag der komplexen Uebertragungsfunktionen der Bewegungen
& '))')
WRITE(6,'(' FN=' ,F5.3,' VS=' ,F6.3,'m/s OM=' ,F6.3,
& 'rad/s OME=' ,F6.3,'rad/s RLA=' ,F8.3,
& 'm RMUE=' ,F6.3,'rad RK=' ,F6.3,'rad/m '))')
& FN,VS,OM(IOM),OME,RLA(IOM),RMUE,RK
C Berechnung der Uebertr.-Funktionen CU in bezug auf Koordinatenursprung
C Berechnung des Betrags und der Phase von CU
DO 88 I=1,6
88 CALL BEPHA(CU(I,1,IM),BETR(I,IOM,IM),PHASE(I,IOM,IM))
C Berechnung der Uebertr.-Funktionen CUS bzgl. Schwerpunkt
C Bewegungsumrechnung-Matrix CWB
CALL SETZE(CWB(1,1),3,
& 1. , 0. , 0. ,
& 0. , 1. , 0. ,
& 0. , 0. , 1. )
CALL SETZE(CWB(1,4),3,
& 0. , ZG, -YG,
& -ZG , 0. , XG,
& YG , -XG , 0. )
C Berechnung der KA der Absolutbewegung CUS am Schwerpunkt
CALL CMULT(CUS(1,IM),CWB,CU(1,1,IM),3,6,1)
C Berechnung des Betrags und der Phase von CUS
DO 78 I=1,3
78 CALL BEPHA(CUS(I,IM),BETRS(I,IOM,IM),PHASES(I,IOM,IM))

C Datei M8.DAT (log. Nr. 6)
C Ausgabedaten mit dem Erklarungstext
WRITE(6,87) (CU(I,1,IM),BETR(I,IOM,IM),PHASE(I,IOM,IM),CUS(I,IM),
& BETRS(I,IOM,IM),PHASES(I,IOM,IM),I=1,3),{(CU(I,1,IM),
& BETR(I,IOM,IM),PHASE(I,IOM,IM),BETR(I,IOM,IM)/RK,J=1,2),I=4,6)
87 FORMAT( T20,' Ueb.-funktionen CU in bezug auf
&Koor.-Ursprung', ' I Ueb.-funktionen CUS bzgl. Schwerpunkt' /
& T20,' Re(CU) ', ' Im(CU) ', ' Betr(CU) ',
& 'Phase(CU) ', ' Betr./RK I ',T74,' Re(CUS) ', ' Im(CUS) ',
& ' Betr(CUS) ', 'Phase(CUS) ', ' Betr./RK ' /
& ' Laengsbewegung ',T20,4F10.3,10X,3H I ,4F10.3,10X/
& ' Querbewegung ',T20,4F10.3,10X,3H I ,4F10.3,10X/
& ' Tauchbewegung ',T20,4F10.3,10X,3H I ,4F10.3,10X/
& ' Rollbewegung ',T20,5F10.3,3H I ,5F10.3/
& ' Stampfbewegung ',T20,5F10.3,3H I ,5F10.3/
& ' Gierbewegung ',T20,5F10.3,3H I ,5F10.3)

C
C Berechnung der Bewegungen und Relativbewegungen an gegebenen Punkten
WRITE(6,'('                               Absolutbewegung
& und Relativbewegung an einigen Punkten' /
& ' Punkt-Koordinaten KA der Absolutbewegung ',
& T70,' I KA der Relativbewegung' /
& ' x y z laengs quer vertik
&a1 I laengs quer vertikal '))')
DO 22 IRE=1,NRE
C Korrektur von Bewegungsumrechnung-Matrix CWB
CALL SETZE(CWB(1,4),3,
& 0. , ZRE(IRE), -YRE(IRE),
& -ZRE(IRE), 0. , XRE(IRE),
& YRE(IRE), -XRE(IRE), 0. )
C Berechnung der KA der Absolutbewegung CXB in bezug auf Null-Punkt der
C Koordinaten
CALL CMULT(CXB,CWB,CU(1,1,IM),3,6,1)

```

```

C Orbital-Bewegung des Wasser-Teilchens CXW am demselben Punkt
  CEB=CEXP(-ZRE(IRE)*RK-CI*RK*(XRE(IRE)*COSM-YRE(IRE)*SINM))
  CXW(1,1)=CI*COSM*CEB
  CXW(2,1)=-CI*SINM*CEB
  CXW(3,1)=CEB
C Berechnung der KA der Relativbewegung CXBW
  CALL CADD(CXBW,1.,CXB,-1.,CXW,3,1)
  WRITE(6,'(3(1X,F6.2),6(1X,F7.2),3H I ,6(1X,F7.2))')
    & XRE(IRE),YRE(IRE),ZRE(IRE),CXB,CXBW
  22 CONTINUE

C Datei M10.DAT (log. Nr. 13)
C Speichern der Uebertrag. -Funktionen fuer Weiterverarbeitung
  WRITE(13,*) OM(IOM),VS,IM,((CU(I,1,IM),I=1,6),(CUS(I,IM),I=1,3)),
    & ((CXB(I,IRE),I=1,3),IRE=1,NRE),((CXBW(I,IRE),I=1,3),IRE=1,NRE)
  30 CONTINUE
  20 CONTINUE

C Datei M9.DAT (log. Nr. 8)
C Ausgabedaten fuer YPLOT.FOR oder Weiterverarbeitung
  WRITE(8,'('' BETRAG DER UEBERTRAGUNGSFUNKTION DER SCHIFFSBEWEGUNG
    & BZGL. SCHWERPUNKT ''/1A22,8H BEI FN=,F4.2/
    &' ' LAMBDA/L''/' ' Y''/
    &' ' X-RICHTUNG Y-RICHTUNG Z-
    &RICHTUNG''/' ' DREHUNG [Y/k] VERSCHIEBUNG [Y]''
    &'') TEXT, FN
  DO 50 I=1,6
  YY=WENN(I.EQ.4,10.,WENN(I.EQ.6,1.,2.))
  WRITE(8,'('' 3 1 1 0''/2X,6F6.2)') 0., YY, 4., YY, 4., 0.
  DO 50 IM=1,NIM
  WRITE(8,*) NOM,IM+1,IM+1,1
  WRITE(8,*) (RLA(IOM)/XLP,WENN(I.LT.4,BETRS(I,IOM,IM),
    & BETR(I,IOM,IM)/(2*PI/RLA(IOM))),IOM=1,NOM)
  50 CONTINUE
  WRITE(8,'('' PHASE DER UEBERTRAGUNGSFUNKTION DER SCHIFFSBEWEGUNG
    & BZGL. SCHWERPUNKT ''/1A22,8H BEI FN=,F4.2/
    &' ' LAMBDA/L''/' ' Y''/
    &' ' X-RICHTUNG Y-RICHTUNG Z-
    &RICHTUNG''/' ' DREHUNG [Y/k] VERSCHIEBUNG [Y]''
    &'') TEXT, FN
  DO 51 I=1,6
  WRITE(8,'('' 4 1 1 0''/' ' 0 3.15 4 3.15 4 -3.15 0 -3.15''')')
  DO 51 IM=1,NIM
  WRITE(8,*) NOM,IM+1,IM+1,1
  WRITE(8,*) (RLA(IOM)/XLP,WENN(I.LT.4,PHASES(I,IOM,IM),
    & PHASE(I,IOM,IM)),IOM=1,NOM)
  51 CONTINUE
  10 CONTINUE
  STOP' Die Dateien DSK2:M8.DAT,M9.DAT und M10.DAT wurden erzeugt'
999 STOP ' Fehler in der Eingabedatei M7.DAT '
  END

  SUBROUTINE CMULT(P,A,B,N1,N2,N3)
C Berechnet P=A*B, wobei A,B und P komplexe Matrizen sind.
  COMPLEX A(N1,N2),B(N2,N3),P(N1,N3)
  DO 1 I1=1,N1
  DO 1 I3=1,N3
  P(I1,I3)=0.
  DO 1 I2=1,N2
  1 P(I1,I3)=P(I1,I3)+A(I1,I2)*B(I2,I3)
  RETURN

```

```

END

SUBROUTINE LOESCH(W,N1,N2)
C Setzt alle Elemente der komplexen Matrix W gleich 0
COMPLEX W(N1,N2)
DO 1 I1=1,N1
DO 1 I2=1,N2
1 W(I1,I2)=0.
RETURN
END

SUBROUTINE CFAKT(C,F,N1,N2)
C Multiplikation einer Matrix C mit komplexen Faktor F
COMPLEX C(N1,N2),F
DO 1 I1=1,N1
DO 1 I2=1,N2
1 C(I1,I2)=C(I1,I2)*F
RETURN
END

SUBROUTINE CADD(C,RA,A,RB,B,N1,N2)
C Berechnet RA*A+RB*B mit reellen Faktoren RA, RB und komp. Matrizen A,B
COMPLEX C(N1,N2),A(N1,N2),B(N1,N2)
DO 1 I1=1,N1
DO 1 I2=1,N2
1 C(I1,I2)=RA*A(I1,I2)+RB*B(I1,I2)
RETURN
END

SUBROUTINE CEQ(A,B,N1,N2)
C Setzt kompl. Matrix A gleich der kompl. Matrix B
COMPLEX A(N1,N2),B(N1,N2)
DO 1 I1=1,N1
DO 1 I2=1,N2
1 A(I1,I2)=B(I1,I2)
RETURN
END

SUBROUTINE SIMQ3(A,N,NR,IM,KS,S)
C Wie SIMQ2, aber mit komplexer Matrix A und komplexer Loesung
COMPLEX A(1),BIGA,SAVE,AIJ
NNR=N+NR
KS=0
DO 65 J=1,N
BIGA=0.0
ABIGA=0.
K1=(J-1)*IM+J-1
DO 30 I=J,N
K1=K1+1
IF(ABIGA-REAL(A(K1)*CONJG(A(K1)))) 20,30,30
20 BIGA=A(K1)
ABIGA=BIGA*CONJG(BIGA)
IMAX=I
30 CONTINUE
IF(ABIGA-S**2) 35,35,40
35 KS=4
RETURN
40 K1=(J-2)*IM+IMAX
K2=K1-IMAX+J
DO 50 K=J,NNR
K1=K1+IM

```

```

K2=K2+IM
SAVE=A(K1)/BIGA
A(K1)=A(K2)
50 A(K2)=-SAVE
   IF(J-N) 55,70,55
55 J1=J+1
   K1=(J-1)*IM+J
   DO 65 I=J1,N
     K1=K1+1
     K2=(J-1)*IM+I
     K3=K2-I+J
     AIJ=A(K1)
     DO 65 K=J1,NNR
       K2=K2+IM
       K3=K3+IM
65 A(K2)=A(K2)+AIJ*A(K3)
70 DO 80 J=2,N
   J1=N+1-J
   J2=J1+1
   J3=(J1-1)*IM+J1
   DO 80 I=1,NR
     I1=I+N
     SAVE=0
     K1=J3
     K2=(I1-1)*IM+J1
     K3=K2
     DO 81 K=J2,N
       K1=K1+IM
       K2=K2+1
81 SAVE=SAVE+A(K1)*A(K2)
80 A(K3)=A(K3)+SAVE
   RETURN
   END

```

SUBROUTINE SETZE(MATR,NZ,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9)

C Besetzt komplexe 3*3-Matrix zeilenweise mit den angegebenen 9 REELLEN
C Parametern. NZ gibt Maximalgrosse des 1. Index von MATR in der
C Vereinbarung des aufzurufenden Programms an.

```

COMPLEX MATR(NZ,*)
MATR(1,1)=A1
MATR(1,2)=A2
MATR(1,3)=A3
MATR(2,1)=A4
MATR(2,2)=A5
MATR(2,3)=A6
MATR(3,1)=A7
MATR(3,2)=A8
MATR(3,3)=A9
END

```

SUBROUTINE LAGR3(X0,Y0,N,X,Y)

C Interpolation 3er Stuetzpunkte, die dem x-Punkt am naechsten liegen

```

DIMENSION XO(N),YO(N),P(3)
Y=0.
CALL LAGR1(X0,N,X,I,P)
DO 60 J=I,I+2
60 Y=Y+P(J-I+1)*YO(J)
RETURN
END

```

SUBROUTINE LAGR1(X0,N,X,I,P)

C Suchen 3er Stuetzpunkte, die dem X-Punkt am naechsten liegen

C Bestimmen 3er Interpolationskonstanten P(3)

```
DIMENSION XO(N),P(3)
I=1
10 IF(X.LT.0.5*(XO(I+1)+XO(I+2))) GOTO 30
   IF(X.GE.0.5*(XO(N-2)+XO(N-1))) GOTO 20
   I=I+1
   GOTO 10
20 I=N-2
30 M=I+2
   DO 60 J=I,M
   P1=1.0
   DO 50 K=I,M
   IF(J-K) 40,50,40
40 P1=P1*(X-XO(K))/(XO(J)-XO(K))
50 CONTINUE
60 P(J-I+1)=P1
   RETURN
   END
```

SUBROUTINE CLAGR(YO,N,I,P,Y)

C Complexe Interpolation 3er Stuetzpunkte, die dem x-Punkt am

C naechsten liegen

```
DIMENSION P(3)
COMPLEX YO(N),Y
Y=(0.,0.)
DO 60 J=I,I+2
60 Y=Y+P(J-I+1)*YO(J)
   RETURN
   END
```

SUBROUTINE BEPHA(A,B,P)

C Berechnung des Betrag B und der Phase P einer komplexen A

```
COMPLEX A
PI=3.141593
AIMA=AIMAG(A)
REA=REAL(A)
AA=1.E-10
REA=WENN(ABS(REA).LT.AA,SIGN(AA,REA),REA)
B=CABS(A)
P=ATAN(AIMA/REA)+WENN(REA.GT.0.,0.,SIGN(PI,AIMA))
RETURN
END
```

8.5 Programm YPLOT

```
PROGRAM YPLOT
PARAMETER (NUM=20, NKURVEN=40, NPUNKTE=10000)
DIMENSION X(NPUNKTE+2, NKURVEN), Y(NPUNKTE+2, NKURVEN)
* , TEXT(NUM), UNTERTEXT(NUM), TEXTYACHSE(NUM), TEXTXACHSE(NUM)
COMMON L, XL, YL, I, LINTYP, IORDNR
OPEN(UNIT=8, FILE='DSK2:M9.DAT', STATUS='UNKNOWN')
XL=10.
YL=10.
CALL PLOTS(0,0,59)
CALL XLIMIT(300.)
20 READ (8,1000,ERR=10)TEXT
1000 FORMAT(20A4)
READ (8,1000)UNTERTEXT
READ (8,1000)TEXTXACHSE
READ (8,1000)TEXTYACHSE
PRINT *, ' Augenblick! Es dauert etwas. '
L=1
CALL SYMBOL(2.5,18.,0.3,TEXT,0.,NUM*4)
CALL SYMBOL(8.5,17.5,0.3,UNTERTEXT,0.,NUM*4)
CALL SYMBOL(5.0,17.,0.2,12HBERECHNUNG: ,0.,12)
DO 11 II=6,0,-1
ANGLE=(6-II)*30.
CALL SYMBOL(999.0,999.0,0.2,8-II,0.0,-1)
CALL SYMBOL(999.0,999.0,0.2,2H ,0.0,2)
CALL NUMBER(999.0,999.0,0.2,ANGLE,0.0,-1)
11 CALL SYMBOL(999.0,999.0,0.2,7H Grad; ,0.0,7)
READ(8,1000)TEXT
READ(8,1000)UNTERTEXT
CALL SYMBOL(3.,16.5,0.3,TEXT,0.,NUM*4)
CALL SYMBOL(1.0,1.5,0.3,UNTERTEXT,90.,NUM*4)
II=0
51 II=II+1
XII=WENN(II.EQ.1,3.,WENN(II.EQ.4,-24.,12.))
YII=WENN(II.EQ.1,14.,WENN(II.EQ.4,-11.5,0.))
CALL FACTOR(0.68)
CALL PLOT(XII,YII,-3)
CALL PLOT(0.,0.,-3)
52 READ(8,*,END=10,ERR=999)I,L,IORDNR,LINTYP
IF(I.GT.NPUNKTE)THEN
PRINT*, 'Mehr als ',NPUNKTE,' Punkte bei Kurve ',L
GO TO 999
ENDIF
IF(L.GT.NKURVEN)THEN
PRINT*, 'Mehr als ',NKURVEN,' Kurven! Nur die ersten ',
* , NKURVEN,' werden geplottet.'
GO TO 10
ENDIF
READ(8,*,ERR=999)(X(N,L),Y(N,L),N=1,I)
CALL BILD(X,Y,NPUNKTE,NKURVEN,NUM,TEXTXACHSE,TEXTYACHSE)
IF(L.EQ.8.AND.II.EQ.6) THEN
CALL PLOT(15.,-2.5,-3)
CALL PLOT(0.,0.,-3)
CALL FACTOR(1.0)
GOTO 20
ENDIF
IF(L.EQ.8) GOTO 51
GO TO 52
10 CALL PLOT(0,0,999) ! Schlussaufruf
stop 'Die Plotdatei DSK2:FOR059.DAT wurde erzeugt '
999 stop 'Fehler in der Eingabedatei M9.DAT'
end
```

C-----

```
SUBROUTINE BILD(X,Y, NPUNKTE, NKURVEN, NUM, TEXTXACHSE, TEXTYACHSE)
DIMENSION X(NPUNKTE+2,1), Y(NPUNKTE+2,1), TEXTXACHSE(1),
*          TEXTYACHSE(1)
COMMON L, XL, YL, I, LINTYP, IORDNR
IF(L.EQ.1) THEN
  I1=I
  CALL SCALE(X(1,1), XL, I, 1)
  CALL SCALE(Y(1,1), YL, I, 1)
  A= -Y(I+1,1)/Y(I+2,1)
  B= -X(I+1,1)/X(I+2,1)
  IF (A.LT.0.) A=0.
  IF(A.GT.YL) A=YL
  IF(B.LT.0.)B=0.
  IF(B.GT.XL)B=XL
  CALL SYMBOL(0., -1., 0.25, TEXTXACHSE, 0., NUM*4)
  CALL SYMBOL(-0.7, 0., 0.25, TEXTYACHSE, 90., NUM*4)
  CALL AXIS(0., A, 1H, -4*NUM, XL, 0., X(I+1,1), X(I+2,1))
  CALL AXIS( B, 0., 1H, 4*NUM, YL, 90., Y(I+1,1), Y(I+2,1))
  ELSE
  DO 4 M=1,2
  X(I+M,L)=X(I1+M,1)
  Y(I+M,L)=Y(I1+M,1)
4  CONTINUE
  ENDIF
  CALL LINE(X(1,L), Y(1,L), I, 1, LINTYP, IORDNR)
  RETURN
  END
```