

188 | 1968

SCHRIFTENREIHE SCHIFFBAU

B. Wagner

**Windkanalversuche mit
Überwasserschiffsmodellen -
Kümo 600 tdw, Frachtschiff 4500 tdw,
Kühlschiff, Tanker 50 000 tdw**

TUHH

Technische Universität Hamburg-Harburg

Windkanalversuche mit Überwasserschiffsmodellen -
Kümo 600 tdw, Frachtschiff 4500 tdw, Kühlschiff,
Tanker 50 000 tdw

1. Einführung

Die Ergebnisse der eingehenden Untersuchungen am Institut für Schiffbau über die Windkräfte an Überwasserschiffen (Vorhaben "Luftkräfte an Schiffen") wurden in einer zusammenfassender Darstellung 1967 vor der STG vorgetragen [1]. Es konnte allerdings nur ein kleiner Teil des gewonnenen Zahlenmaterials im Rahmen der Gesamtdarstellung gebracht werden. Die Ergebnisse der Windkanalversuche sind ausführlich in Institutsberichten enthalten.

Im IfS-Bericht Nr. 187 sind die Ergebnisse der Untersuchung eines 10 000 tdw-Frachtschiffes mit umfangreicher Variation der Aufbauten bei verschiedenen Beladungs- und Trimmzuständen dargestellt [3]. Der vorliegende Bericht enthält die Windkanalversuchsergebnisse von weiteren Frachtschiffstypen und Tankern, wobei teilweise auch Aufbautenvariationen vorgenommen wurden, wenn auch im geringeren Umfang als am Modell des 10 000 tdw - Frachtschiffes. Ein weiterer Bericht (IfS-Bericht Nr. 189 [4]) bringt die mit Fahrgastschiffs- und Spezialschiffsmodellen im Windkanal gewonnenen Ergebnisse. Über die Ergebnisse der Untersuchung des Forschungsschiffes "Meteor" im Windkanal war bereits 1966 berichtet worden [2].

Zur Vermeidung von Wiederholungen wird im vorliegenden Bericht des öfteren auf die anderen Berichte bzw. auf die zusammenhängende Darstellung in [1] verwiesen.

2. Beschreibung der untersuchten Modelle

Wenn auch im Rahmen des Forschungsvorhabens nicht alle vorkommenden Überwasserschiffsformen untersucht werden konnten, so sollten doch die ausgewählten Schiffstypen möglichst repräsentativ für die

derzeitigen Handelsflotten sein. Da als Ergebnis die Abhängigkeit der Luftkräfte und -momente von der Geometrie und den Abmessungsverhältnissen des Überwasserschiffes besonders interessierte, mußten die ausgewählten Modelle eine genügende Variation des "Seitenverhältnisses" $2A_L/L_{OA}^2$, des Längen-Breiten-Verhältnisses L_{OA}/B , des Verhältnisses Lateralfäche A_L zu Lufthauptspantfläche A_X u.a. Verhältnismerte gestatten.

Außer dem 10 000 tdw-Frachtschiff [3] wurden folgende andere Frachtschiffstypen für die Untersuchung gewählt:

Küstenmotorschiff 600 tdw (vgl. Abb. 1): besondere Kennzeichen sind: große Rumpfdicke ($L_{OA}/B = 5,98$), Konzentration der Aufbauten an den Schiffsenden (Back und Poop), im Verhältnis zur Lateralfäche A_L großes Lufthauptspant A_X . Keine Aufbautenvariation.

Frachtschiff 4500 tdw (vgl. Abb. 2): ein häufig gebauter "mittelgroßer" Frachtschiffstyp. Entsprechend der Schiffsgröße (ca. 100 bis 110 m Länge) sind Aufbauten, Windenhäuser und Masten im Verhältnis zum Rumpf höher als beispielsweise beim 10 000 tdw-Frachtschiff. Untersucht wurden die Varianten "Aufbauten mittschiffs" und "Aufbau hinten".

Tanker 50 000 tdw (vgl. Abb. 3): Z.Z. der Planung der Versuche war das der am häufigsten gebaute Großtanker. Es wurde sowohl der herkömmliche 3-Insel-Typ mit Back, Navigationsbrücke und Poop als auch der neuere Typ mit gesamtem Aufbau hinten untersucht.

Kühlschiff 3700 tdw *) ("Angelburg", vgl. Abb. 4): Es handelt sich um ein am IfS verfügbares Schaukastenmodell. Obwohl es gut in die untersuchte Frachtschiffserie paßt, wurde das Modell hauptsächlich zur Klärung der Frage des Einflusses der kleinen Bauteile auf die Versuchsergebnisse untersucht (s.u.!).

Konstruktion der Modelle: Die Modelle wurden in unterschiedlichem Maßstab hergestellt, damit sie etwa gleichlang wurden und der Windkanalstrahl gut genutzt werden konnte. Sie wurden mit vollständigem

- - - - -
*) Baujahr 1951

Unterwasserschiff ausgeführt, wodurch die Untersuchung auf verschiedenen Tiefgängen mit beliebigem Trimm erleichtert wurde. Für den Rumpf wurde als Material Teakholz gewählt, Geländer, Schanzkleid, Rohrleitungen und Teile der Masten wurden dagegen aus Messing hergestellt. Die Aufbauten, Windenhäuser, Masten, Luken und verschiedene Ausrüstungsteile konnten abgeschraubt und an verschiedenen Stellen des Rumpfes befestigt werden (Baukastenprinzip). Dadurch war es möglich, die Lage und die Form der Aufbauten zu variieren. Kleinere Bauteile wurden weggelassen (z.B. Anker, Poller, Spille, kleine Winden) oder vereinfacht (Lade- und Ankerwinden). Dieser Einfluß konnte durch die Untersuchung des Kühlschiffes mit unterschiedlicher Ausrüstung abgeschätzt werden (s.u.!). Das Frachtschiff von 4500 t_{dw} erhielt vereinfachte Ladebäume in Form von durchlaufendem Silberstahldraht.

Gegenüberstellung der Modellabmessungen

	Kümo (1:50)	Frachtschiff 4500 t _{dw} (1:88)	Tanker 50 000 t _{dw} (1:185)	Kühlschiff 3700 t _{dw} (1:100)	
Länge über alles, L _{OA}	1,000	1,293	1,220	1,196	m
Länge zw. d. Loten L _{pp}	0,900	1,170	1,162	1,100	m
Breite B	0,1672	0,169	0,1684	0,156	m
Tiefgang T/T _{Ballast} *)	0,070/0,042	0,073/0,044	0,061/0,037	0,0614	m

*) als Ballasttiefgang wurde einheitlich $T_{\text{Ballast}} = 0,60 \cdot T$ gewählt.

3. Beschreibung der Versuche

Die Versuche wurden im Windkanal des Instituts für Schiffbau durchgeführt. Eine Beschreibung der Versuchseinrichtung ist in [1] und [3] enthalten.

Die wichtigsten Versuchsdaten sind:

Strahlquerschnitt (rechteckig) A_S	$= 1,750 \times 1,00 \text{ m}^2$
Strahlgeschwindigkeiten V	ca 20 bzw. 29 m/s
Staudrücke $q = \frac{\rho}{2} \cdot V^2$	$= 25,25 \text{ bzw. } 50,50 \text{ kp/m}^2$
Reynoldszahlen $R_n = \frac{V \cdot L_{OA}}{\nu}$	$= 1,35 \text{ bis } 2,43 \cdot 10^6$
Strahlversperrungen A_L/A_S	$= 0,032 \text{ bis } 0,080$

Über Einzelheiten der Versuche, die Korrektur der Meßwerte und die Meßgenauigkeit wird auf die entsprechenden Ausführungen in Bericht Nr. 187 [3] bzw. auf [1] verwiesen.

Der Einfluß der Anlaufgrenzschicht der Bodenplatte, die auf Modellmitte ca. 26 mm dick ist, auf die Meßwerte kann näherungsweise durch Multiplikation der Beiwerte mit dem in den Ergebnistabellen angegebenen Verhältnis des Staudrucks außerhalb der Grenzschicht q zum mittleren Staudruck q_m zwischen Wasseroberfläche und mittlerer Lateralplanhöhe A_L/L_{OA} erfolgen (s. auch [1]).

Die folgende Übersicht über die durchgeführten Versuche enthält zum Vergleich auch einige geometrische Verhältnisswerte; es bedeuten:

$$\frac{A_L}{A_X} = \text{Lateralfläche über Wasser/Lufthauptspantfläche}$$

$$H_{Lm} = \frac{A_L}{L_{OA}} = \text{mittlere Lateralplanhöhe}$$

$$\frac{2H_{Lm}}{L_{OA}} = \frac{2A_L}{L_{OA}^2} = \text{Höhen - Längen - Verhältnis des Überwasserschiffes, entspricht dem Seitenverhältnis}$$

Übersicht über die Versuche

Modell	A_L	$\frac{A_L}{A_X}$	$\frac{2A_L}{L_{OA}^2}$	H_{Lm}	$10^6 \cdot R_n$	$\Delta \epsilon^0$	Ergebnisse	
							Tab.	Abb.
<u>Kümo 600 tdw</u>								
beladen	0,0713	2,97	0,1427	0,071	1,35	10	1.1	-
"	"	"	"	"	1,91	5	1.2	5
"	"	"	"	"	2,10	10	1.3	-
Ballast	0,0962	3,35	0,1924	0,096	1,37	10	2.1	-
"	"	"	"	"	1,91	5	2.2	6
<u>Frachtschiff 4500 tdw</u>								
beladen, Aufbau mittsch.	0,1050	3,83	0,1256	0,081	1,74	10	3.1	-
" " "	"	"	"	"	2,45	5	3.2	7
" " hinten	0,1044	3,71	0,1249	0,081	1,73	10	4.1	-
" " "	"	"	"	"	2,43	5	4.2	8
" Rumpf o. Aufb.	0,0705	4,58	0,0843	0,055	1,72	10	5.1	-
" " "	"	"	"	"	2,43	5	5.2	-
Ballast, Aufbau mittsch.	0,1391	4,30	0,1665	0,108	1,72	10	6.1	-
" " "	"	"	"	"	2,42	5	6.2	9,20.1
" " hinten	0,1385	4,18	0,1657	0,107	1,72	10	7.1	-
" " "	"	"	"	"	2,41	5	7.2	10
" Rumpf o. Aufb.	0,1046	5,14	0,1251	0,081	1,72	10	8.1	-
" " "	"	"	"	"	2,43	5	8.2	20.1
<u>Kühlschiff "Angelburg"</u>								
vollst. Modell	0,0945	4,75	0,1321	0,079	1,60	10	17.1	17
" " "	"	"	"	"	2,26	10	17.2	17
ohne Sonnensegel usw.	0,0945	4,75	0,1321	0,079	1,60	10	18.1	18
" " "	"	"	"	"	2,24	10	18.2	18
o.kl. Ausrüstungsteile	0,0945	4,75	0,1321	0,079	1,60	10	19.1	19
" " "	"	"	"	"	2,26	10	19.2	19
<u>Tanker 50 000 tdw</u>								
beladen, mit Brücke	0,056	3,98	0,0752	0,046	1,63	10	9.1	-
" " "	"	"	"	"	2,29	5	9.2	11
" Aufbau hinten	0,056	3,37	0,0752	0,046	1,64	10	10.1	-
" " "	"	"	"	"	2,29	5	10.2	12
Ballast, mit Brücke	0,0840	4,63	0,1129	0,069	1,64	10	11.1	-
" " "	"	"	"	"	2,31	5	11.2	13,20.2
" Aufbau hinten	0,0841	4,06	0,1129	0,069	1,63	10	12.1	-
" " "	"	"	"	"	2,30	5	12.2	14
" mit Brücke*	0,0787	4,43	0,1058	0,065	2,30	10	13	-
" "Rumpf"***	0,0685	5,45	0,0920	0,056	1,62	10	14.1	-
" " "	"	"	"	"	2,29	10	14.2	20.2
<u>Tanker 50 000 tdw,</u>								
<u>0,50 Trimm</u>								
Ballast, mit Brücke	0,0842	4,56	0,1131	0,069	2,32	5	15	15
" Aufbau hinten	0,0842	4,11	0,1131	0,069	2,32	5	16	16

*) Mit Brücke, ohne Laufbrücke, Rohrleitungen usw.

**) Rumpf mit Poopdeck und Aufbaudeck unter der Brücke.

4. Definition der Beiwerte der Kraftkomponenten und des Giermomentes (Skizze Abb. 4 in [3])

Unmittelbar gemessen wurden der Widerstand D (Kraftkomponente in Anströmrichtung) und die Querkraft C (Kraftkomponente senkrecht zur Anströmrichtung) sowie das Giermoment N (Moment um die Hochachse in $L_{OA}/2$) in Abhängigkeit vom Anströmwinkel ϵ .

Durch Umrechnung erhält man aus C und D die Längskraft X (Kraftkomponente in Längsrichtung) und die Seitenkraft Y (Kraftkomponente senkrecht zur Schiffslängsrichtung).

Die Versuchsergebnisse wurden in Form der folgendermaßen definierten dimensionslosen Beiwerte über ϵ aufgetragen:

$$c_D = D/q \cdot A_L \quad \text{Widerstandsbeiwert (entsprechend } c_G, c_X, c_Y) \\ c_{D(AX)} = D/q \cdot A_X$$

$$c_N = N/q \cdot A_L \cdot L_{OA} \quad \text{Giermomentenbeiwert}$$

$$q = \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \quad \text{Staudruck der Anströmgeschwindigkeit}$$

$$A_L, A_X \quad \text{Lateralfläche bzw. Lufthauptspantfläche}$$

Die scheinbare Druckpunktvorlage der Luftkraft wird wie folgt definiert:

$$x_F = N/Y.$$

5. Erläuterung der Versuchsergebnisse

Die Versuchsergebnisse sind in den Abb. 5 bis 19 über dem Anströmwinkel ϵ dargestellt. In der Gesamtdarstellung der Versuchsergebnisse des Vorhabens in [1] wurde ausführlich auf die Abhängigkeit der Kraft- und Momentenbeiwerte von den geometrischen Verhältnissen der Überwasserschiffe eingegangen.

Interessant ist der Vergleich einiger charakteristischer Beiwerte für die untersuchten Frachtschiffsmodelle: die Widerstandsbeiwerte

bei $\epsilon = 0^\circ$, 90° und 180° , die Maxima der Querkraftbeiwerte c_{Cmax} und der Giermomentenbeiwerte c_{Nmax} im vorderen und hinteren Anströmbereich und die relative Druckpunktvorlage x_F/L_{OA} bei $\epsilon = 90^\circ$. Die genannten Zahlenwerte der untersuchten Frachtschiffsmodelle (einschließlich 10 000 tdw-Frachtschiff) sind in der folgenden Übersicht enthalten.

Zum Vergleich sind auch die wichtigsten geometrischen Verhältniswerte der Modelle mit angeführt. (A_{LR}/A_L bzw. A_{XR}/A_X sind die Anteile des Rumpfes an Lateralfläche bzw. Lufthauptspant).

Vergleich einiger kennzeichnender Zahlenbeiwerte für die untersuchten Frachtschiffe

(korrigiert für Anlaufgrenzschicht)

Bezeichnung	$\frac{L_{OA}}{B}$	$\frac{2A_L}{L_{OA}}$	$\frac{A_L}{A_X}$	$\frac{A_{LR}}{A_L}$	$\frac{A_{XR}}{A_X}$	$c_D(A_X)$ $\epsilon=0^\circ$	c_D $\epsilon=90^\circ$	c_{Cmax} vorn hinten	c_{Nmax} vorn hinten	x_F/L_{OA} $\epsilon=90^\circ$
<u>Beladen:</u>										
Kümo 600 tdw	5,98	0,1427	2,97	0,718	0,591	1,085	0,66	0,27	0,053	-0,041
Frachtschiff 4500 tdw, A.m.	7,65	0,1256	3,83	0,671	0,561	0,76	0,72	0,34	0,097	0,0233
" " A.h.	7,65	0,1249	3,71	0,675	0,547	0,68	0,66	0,38	0,037	-0,045
" " 10 000 tdw, A.m.	8,03	0,1112	3,96	0,675	0,526	0,71	0,48	0,37	0,107	0,042
" " A.h.	8,03	0,1131	3,92	0,664	0,512	0,67	0,48	0,35	0,042	-0,039
Tanker 50 000 tdw, mit Brücke	7,24	0,0752	3,98	0,722	0,601	1,05	0,98	0,25	0,043	-0,024
" " A.h.	7,24	0,0752	3,37	0,722	0,509	1,04	0,90	0,24	0,042	-0,055
Kühlschiff"Angelburg" 3700 tdw	7,67	0,1321	4,75	0,735	0,583	0,69	0,73	0,44	0,107	0,011
<u>Ballast:</u>										
Kümo 600 tdw	5,98	0,1924	3,35	0,791	0,658	0,85	0,42	0,35	0,065	-0,017
Frachtschiff 4500 tdw, A.m.	7,65	0,1665	4,30	0,752	0,628	0,72	0,62	0,44	0,110	+0,013
" " A.h.	7,65	0,1657	4,18	0,755	0,615	0,65	0,57	0,46	0,068	-0,030
" " 10 000 tdw, A.m.	8,03	0,1490	4,48	0,757	0,600	0,61	0,54	0,43	0,117	0,022
" " A.h.	8,03	0,1508	4,43	0,748	0,586	0,59	0,51	0,42	0,069	-0,014
Tanker 50 000 tdw, mit Brücke	7,24	0,1129	4,63	0,815	0,692	0,78	0,61	0,30	0,073	-0,007
" " m.B.O,5° Trimm	7,24	0,1131	4,56			0,88	0,78	0,29	0,083	0,014
" " A.h.	7,24	0,1129	4,06	0,815	0,607	0,83	0,66	0,31	0,050	-0,028
" " A.h.O,5° Trimm	7,24	0,1131	4,11			0,95	0,83	0,31	0,057	-0,014

A.m. Aufbau mittschiffs
A.h. Aufbau hinten

Im folgenden wird auf die Versuchsergebnisse für die einzelnen Modelle getrennt eingegangen.

Küstenmotorschiff 600 tdw (vgl. Abb. 5 und 6): Kennzeichnend ist hier die Extremlage eines verhältnismäßig großen Aufbaus weit hinten. Die Folge sind ungleiche Maxima der Querkraft- und der Giermomentenbeiwerte im vorderen und hintern Anströmbereich: im hinteren Bereich treten wesentlich größere Maxima auf. Die Druckpunkte liegen weit zurück. Auffallend ist auch der große Widerstand bei Anströmung von vorn, durch die im Verhältnis zur Breite geringe mittlere Lateralplanhöhe und die große "Dicke" des Modells bedingt.

Die Abschirmung durch die Back wirkt sich wegen der weiten Rücklage des Aufbaus wenig aus, so daß die relativ großen Stirnflächen des Aufbaus zum Tragen kommen. Wesentlich niedriger ist der Widerstand bei achterlicher Anströmung, was auf den - von hinten betrachtet - stufenförmigen Aufbau zurückzuführen ist (außerdem ist natürlich die Abschirmwirkung des höheren Aufbaus gegenüber der niedrigeren Back größer als umgekehrt).

Die beschriebenen Effekte sind besonders deutlich auf Ladungstiefgang, sie sind aber ebenfalls, wenn auch in schwächerer Form, auf Ballasttiefgang zu erkennen.

Frachtschiff 4500 tdw (vgl. Abb. 7 bis 10): Dieser mittelgroße Frachtschiffstyp unterscheidet sich von großen Frachtschiffen durch relativ größere Breite und einen im Verhältnis zum Rumpf größeren Aufbau. Da auch die Back höher ist, macht sich die Abschirmwirkung auf den Aufbau stärker bemerkbar. Die Widerstandsbeiwerte bei vorderlicher Anströmung sind deshalb nur wenig größer als beim 10 000 tdw-Frachtschiff. Die Querkraftbeiwerte unterscheiden sich ebenfalls nur wenig. Im Gegensatz zum 10 000 tdw-Frachtschiff wurden für das Modell des 4500 tdw-Frachtschiffes nur die Extremlagen des Aufbaus mittschiffs und ganz hinten untersucht. Ein Verschieben des Aufbaus von der Mitte nach hinten bewirkt im beladenen Zustand eine Wanderung des scheinbaren Druckpunktes um ca. 7% L_{OA} nach hinten

(im Ballastzustand ca. 4% L_{OA}). Deutlich ist die Auswirkung der Aufbauverschiebung nach hinten auf die Giermomentenbeiwerte: Bei starker Vergrößerung des Giermomentenmaximums im hinteren Anströmbereich wird das "vordere" Maximum deutlich kleiner (vgl. Abb. 7 und 8). Auch in diesem Falle sind die beschriebenen Tendenzen im Ballastzustand weniger ausgeprägt.

In Abb. 20.1 sind für den Ballastzustand die auf die Lateralfläche des Schiffes bezogenen Widerstands- und Querkraftbeiwerte des Rumpfes im Vergleich zu denen der Variante "Aufbau mittschiffs" dargestellt. Daraus ergibt sich, daß der Rumpf am Widerstand mit 41% (Anströmung von vorn) bzw. 76% (seitliche Anströmung) beteiligt ist und einen Anteil von ca. 75% an der maximalen Querkraft hat (vgl. auch Abschn. 5. in [3]).

Tanker 50 000 tdw (vgl. Abb. 11 bis 16): Das Modell war so konstruiert, daß außer dem weit verbreiteten Typ mit vor der Schiffsmitte liegender Navigationsbrücke (vgl. Abb. 3) auch der jetzt am häufigsten gebaute Typ mit dem gesamten Aufbau hinten durch einen kleinen Umbau erhalten werden konnte.

Bei Betrachtung der Kraftbeiwerte (Abb. 11 bis 16) fallen der große Widerstand bei Anströmung von vorn, hervorgerufen durch die im Verhältnis zur Rumpfbreite geringe Aufbautenhöhe, und die niedrige Querkraft auf, die auf das in diesem Fall besonders niedrige "Höhen - Längen -" oder Seitenverhältnis $2A_L/L_{OA}^2$ zurückzuführen ist (vgl. auch [1]).

Beim Übergang vom geteilten Aufbau auf die Variante "gesamter Aufbau hinten" verschiebt sich der Lateralschwerpunkt nach hinten. Damit verbunden ist eine Druckpunktwanderung nach hinten. Entsprechend bildet sich das Giermomentenmaximum im hinteren Anströmbereich stärker aus. Wie auch bei anderen Modellen festgestellt wurde, hat die in Bezug auf Mitte Schiff weniger symmetrische Aufbautenanordnung "Aufbau hinten" einen größeren Widerstand bei seitlicher Anströmung. Auch ein Vertrimmen fördert die Asymmetrie, so daß im Ballastzustand mit $0,5^\circ$ hecklastigem Trimm (vgl. Abb. 15

und 16) größere Widerstände bei seitlicher Anströmung gemessen wurden. Außerdem treten im vertrimmten Zustand höhere Widerstände bei Anströmung von vorn und von hinten auf. Der Einfluß auf die Querkraftmaxima ist gering, der Druckpunkt verschiebt sich jedoch bei hecklastiger Vertrimmung nach vorn. Das vergrößert wiederum das "vordere" Giermomentenmaximum, während das "hintere" kleiner wird.

Beim Tanker "mit Brücke" wurden im Ballastzustand auch die Laufbrücke, die Rohrleitungen und die Masten entfernt. Dadurch entstand ein Schiffstyp, der in ähnlicher Form öfter als Massengutsschiff ausgeführt wurde. Die Ergebnisse für diese Modellvariante (vgl. Tab. 13) wurden in Abb. 20.2 mit eingetragen. Aus Vergleichsgründen sind die Beiwerte auf die Lateralfläche des vollständigen Tankermodells bezogen. Es zeigt sich, daß die Wegnahme der genannten Ausrüstungsteile die Querkraft praktische nicht beeinflußt, den Widerstand im seitlichen Anströmbereich jedoch um ca. 3 bis 6% vermindert. Die in Abb. 20.2 mit eingetragenen Beiwerte des Rumpfes lassen erkennen, daß der Rumpf-Anteil am Gesamtwiderstand bei Anströmung von vorn ca. 57% und bei seitlicher Anströmung ca. 84% beträgt. Der Rumpfanteil an der Querkraft ist in diesem Falle verhältnismäßig groß, da das Aufbaudeck unter der Brücke und die Poop nicht vom Rumpf entfernt werden konnten.

Kühlschiff 3700 tdw "Angelburg", (vgl. Abb. 17 bis 19): Wie erwähnt, sind die Windkanalmodelle im Vergleich zum naturgroßen Schiff vereinfacht ausgeführt worden. Zur Untersuchung des Einflusses verschiedener kleiner bei den Windkanalmodellen weggelassener Bauteile wurde das im Institut für Schiffbau vorhandene Schaukastenmodell des Kühlschiffes "Angelburg" benutzt. Neben dem "Originalzustand" des Modells mit aufgetoppten Bäumen und umfangreichen Sonnensegeleinrichtungen wurden der "Normalzustand" (Bäume flach an Deck gehalten, Sonnensegeleinrichtung, Flaggen usw. entfernt) sowie das Modell ohne kleine Ausrüstungsteile (entsprechend den übrigen Windkanalmodellen) untersucht (vgl. Abb. 4). In [1] wurde bereits auf die Ergebnisse der Versuche eingegangen. Man kann sie wie folgt zusammenfassen:

Gegenüber dem "Normalzustand" eines Frachters auf See können aufgetoppte Bäume und umfangreiche Sonnensegeleinrichtungen beträchtliche Widerstandserhöhungen hervorrufen (28% bei Anströmung von vorn, 5% bei seitlicher Anströmung im Modellzustand; Großausführung etwa $\frac{2}{3}$ der Widerstandserhöhung).

Für die kleinen, bei den speziell für die beschriebenen Versuche gebauten Windkanalmodellen weggelassenen Bauteile müßte dagegen ein Widerstandszuschlag von weniger als 3% gemacht werden.

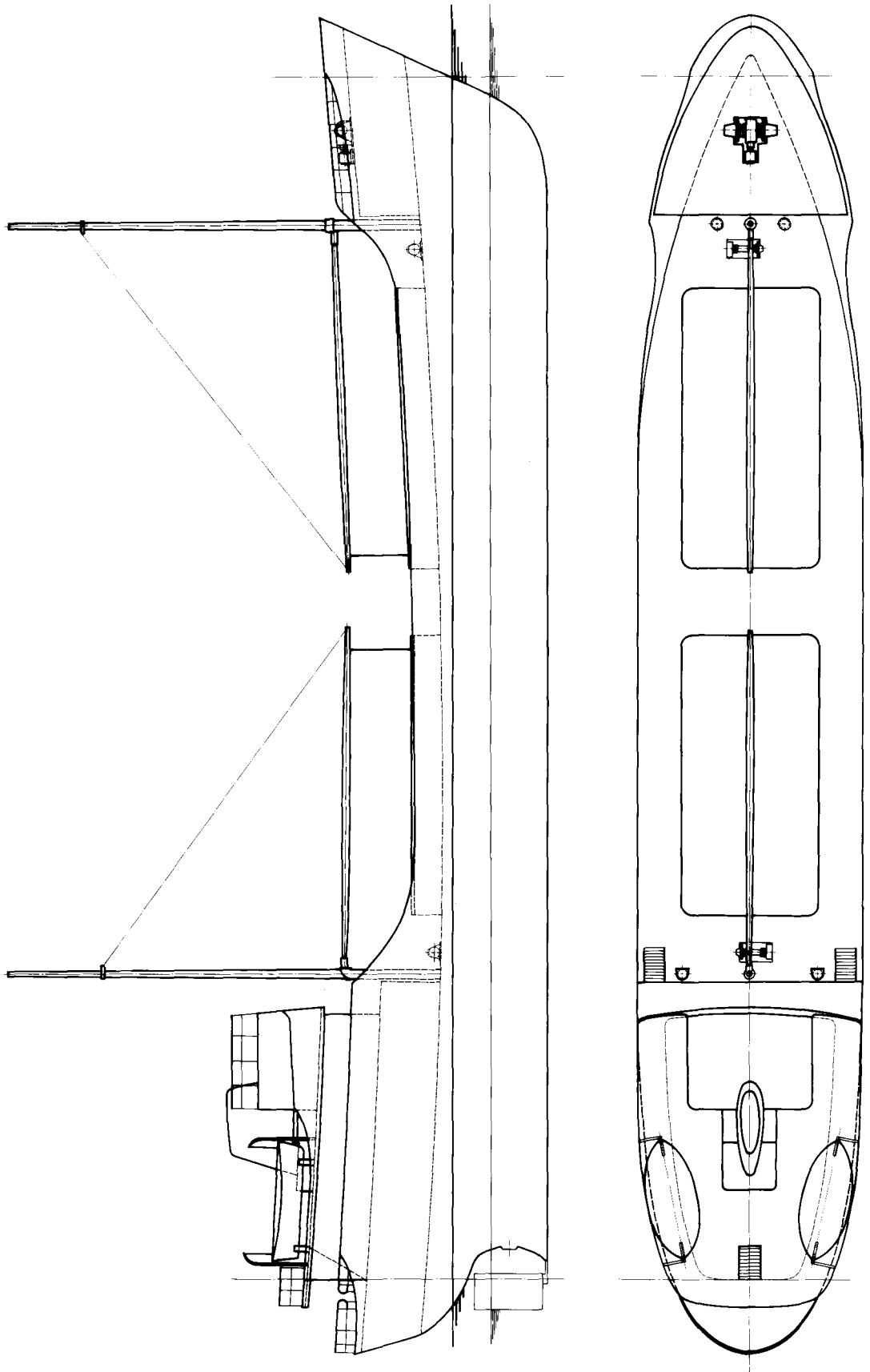
Das Kühlschiff fügt sich außerdem gut in die Serie der untersuchten Frachtschiffstypen ein: Charakteristisch ist ein hoher glatter Rumpf ohne Back, entsprechend ein verhältnismäßig großes Höhen - Längen - Verhältnis und ein großes Verhältnis der Lateralfläche zur Lufthauptspantfläche. Aufgrund der zentralen Lage des Aufbaus treten im vorderen und im hinteren Anströmbereich etwa gleichgroße Maxima der Querkraft und des Giermomentes auf.

Für alle untersuchten Modelle gilt, daß auf Ballasttiefgang wegen des vergrößerten Höhen - Längen - Verhältnisses und der größeren mittleren Lateralplanhöhe größere Querkraftbeiwerte und kleinere Widerstandsbeiwerte bei vorlicher und achterlicher Anströmung erreicht werden (vgl. die Ausführungen in [1]).

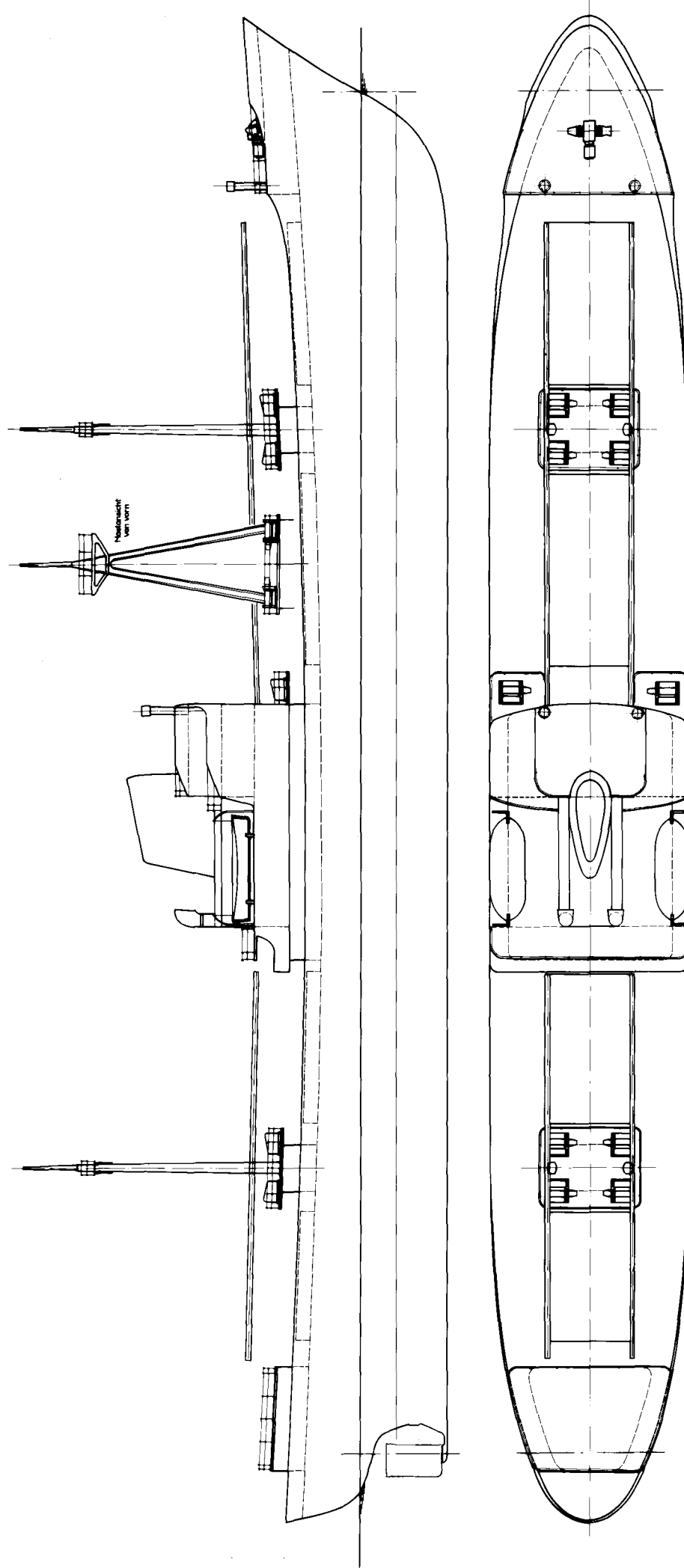
6. Schrifttum

- [1] B. Wagner: Windkräfte an Überwasserschiffen, Jahrb. d. STG 61 (1967), Kurzfassung Schiff und Hafen 19 (1967), Heft 12.
- [2] B. Wagner: Windkanalversuche mit dem Modell des Forschungsschiffes "Meteor", IfS-Bericht Nr. 153, (Febr. 1966).
- [3] B. Wagner: Windkanalversuche für ein 10 000 tdw-Frachtschiff mit verschiedenen Aufbautenanordnungen und Beladungszuständen, IfS-Bericht Nr. 187 (Dez. 1967).
- [4] B. Wagner: Windkanalversuche mit Überwasserschiffen - Fahrschiff, Fahrgastschiff, Hecktrawler, Schlepper und Tragflächenboot, IfS-Bericht Nr. 189 (in Vorbereitung).

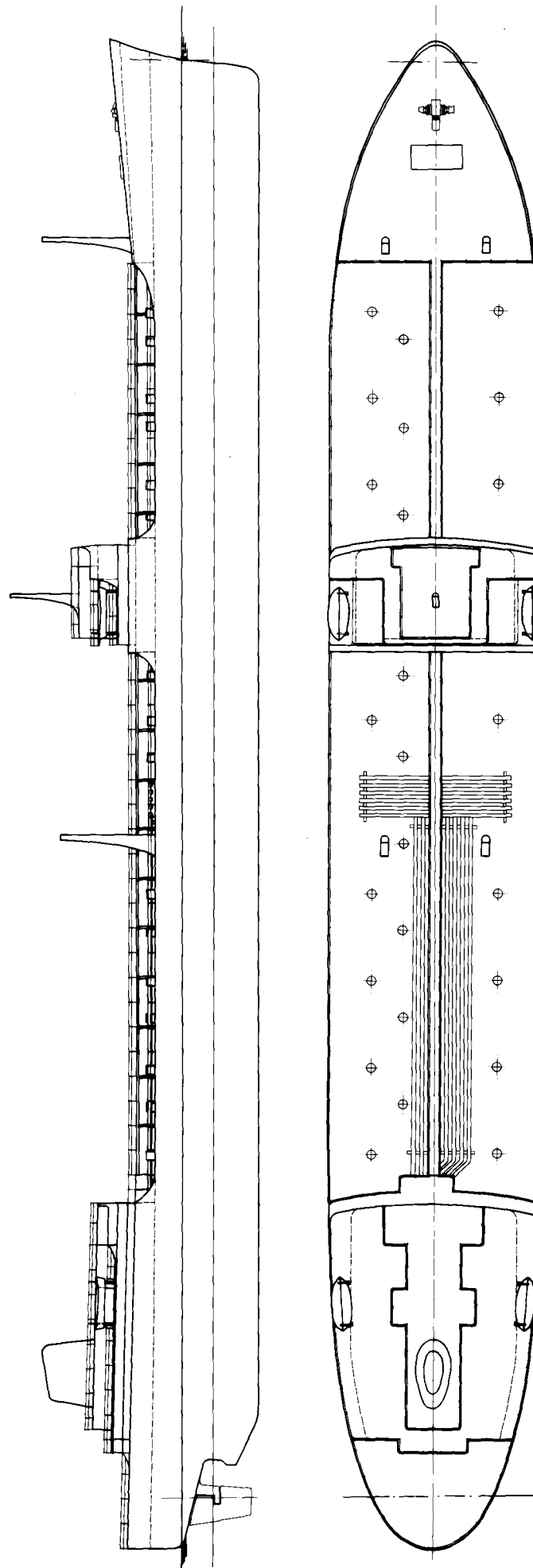
Weitere Schrifttumshinweise sind in [1] enthalten.



Modellzeichnung Kümo 600 tdw

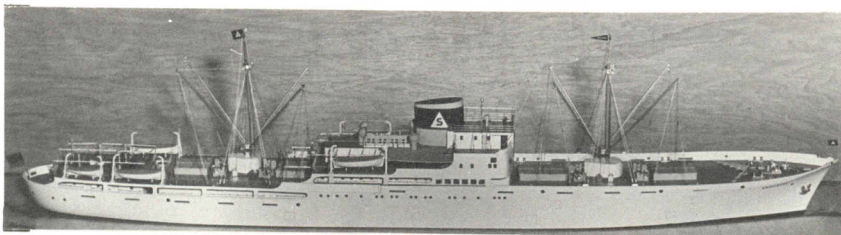


Modellzeichnung Frachtschiff 4500 tdw (Variante „Aufbau milttschiffs“)

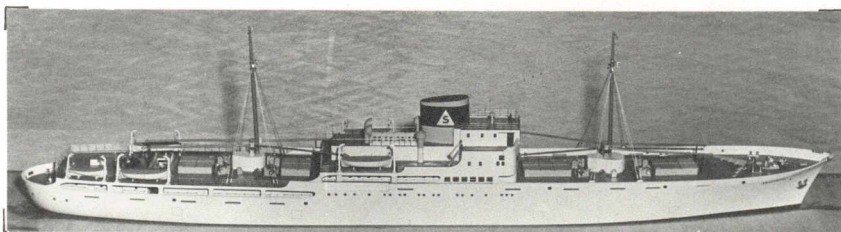


Modellzeichnung Tanker 50 000 t_{dw} (Variante mit geteiltem Aufbau)

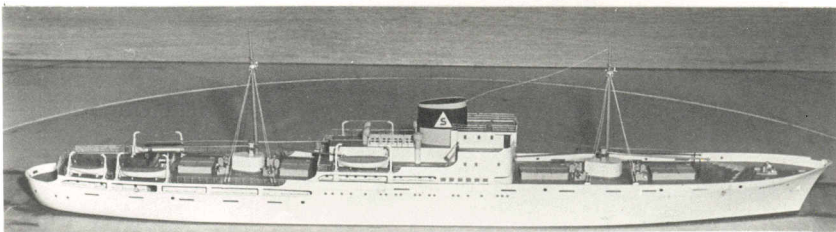
Kühlschiff 3700 tdw (Angelburg)



„Originalzustand“ des Modells



„Normalzustand“ des Modells
(ohne Sonnensegeleinrichtung, Bäume flach an Deck gehalten)



Modell ohne kleine Ausrüstungsteile

Kümo 600 tdw, beladen

$$\frac{2A_L}{L_{OA}^2} = 0,1427 \quad \frac{L_{OA}}{B} = 5,98$$

$$\frac{A_L}{A_X} = 2,97 \quad R_n = 1,91 \cdot 10^6$$

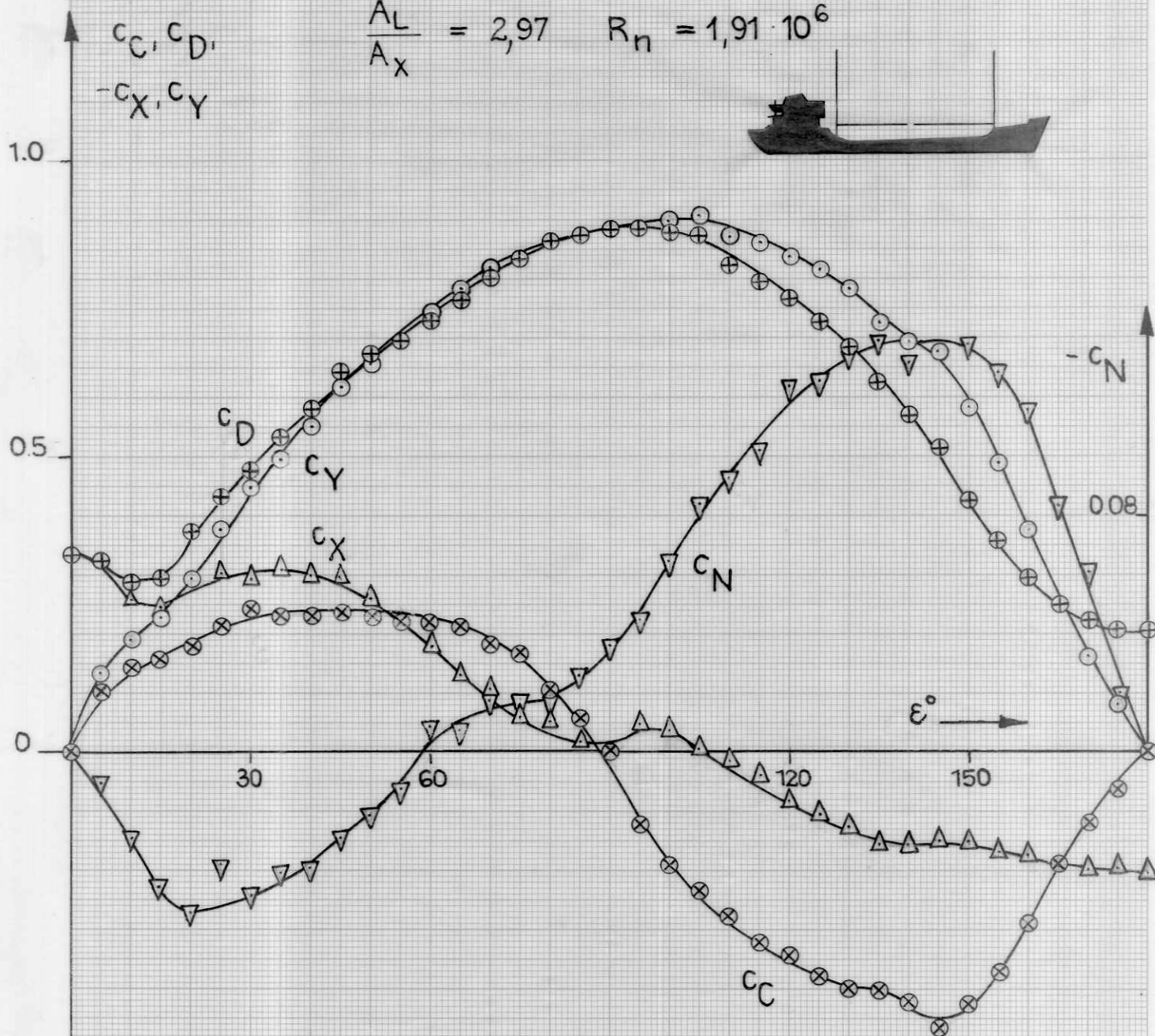
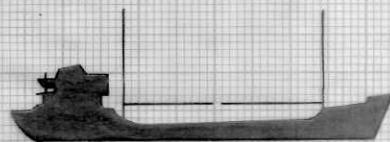
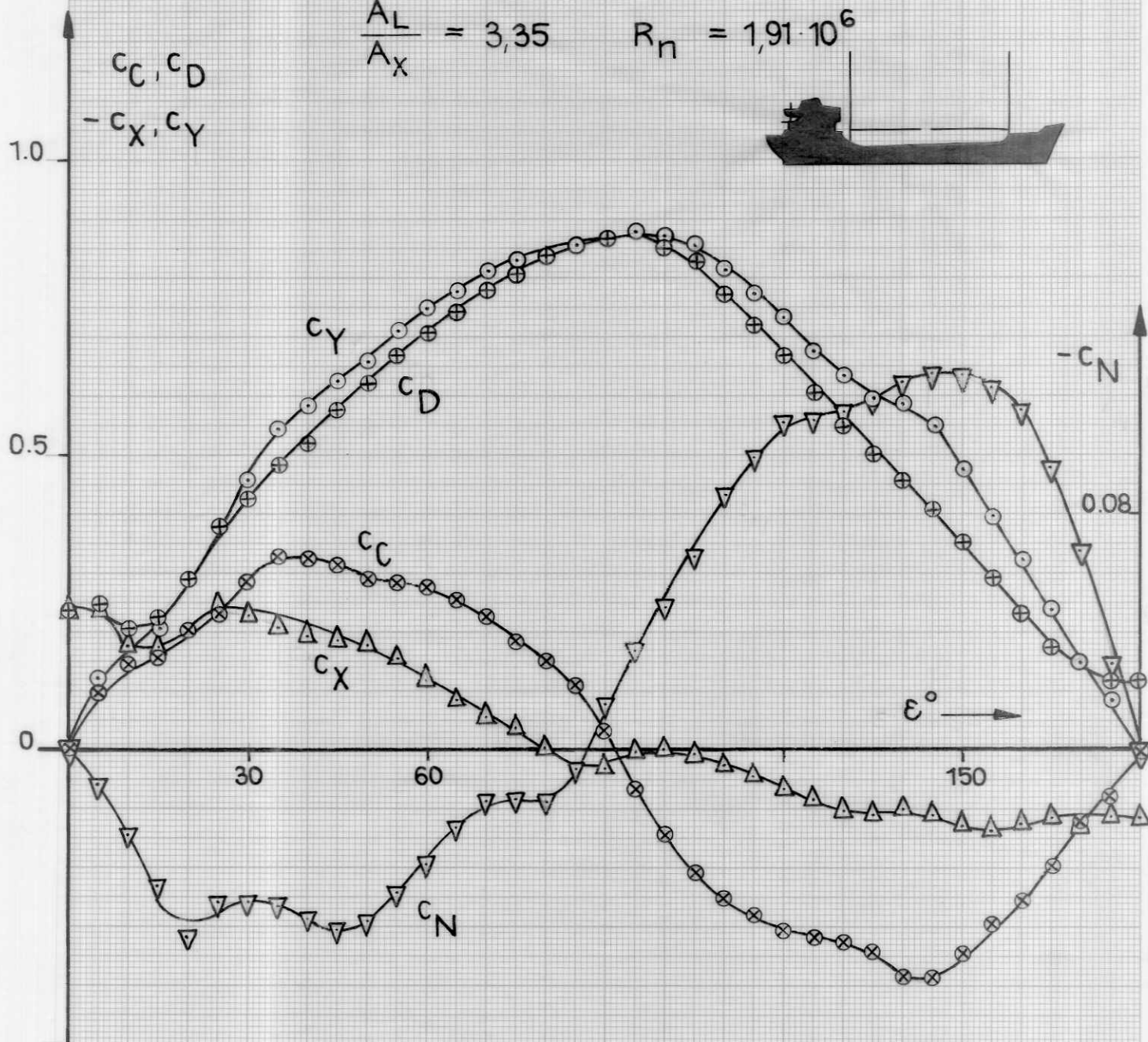
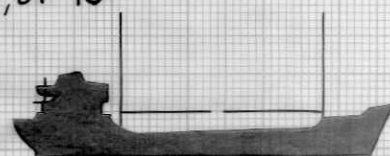


Abb. 6
(vergl. Tab. 2.2)

Kümo 600 tdw, Ballast

$$\frac{2A_L}{L_{OA}^2} = 0,1924 \quad \frac{L_{OA}}{B} = 5,98$$

$$\frac{A_L}{A_X} = 3,35 \quad R_n = 1,91 \cdot 10^6$$

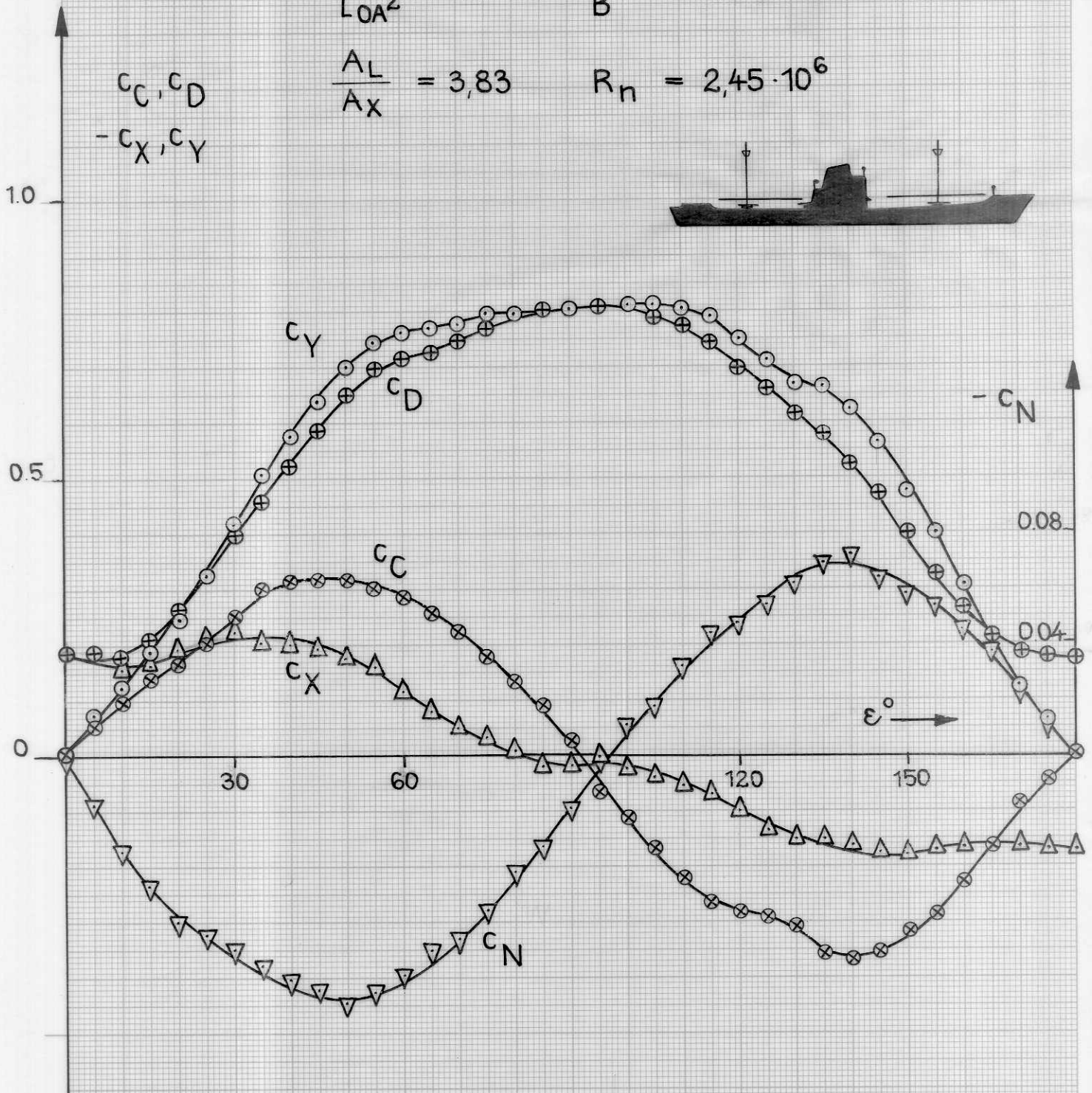
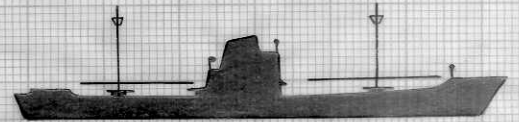


Frachter 4500 tdw, Aufbau mittschiffs, beladen

$$\frac{2A_L}{L_{OA}^2} = 1,256 \quad \frac{L_{OA}}{B} = 7,65$$

$$\frac{A_L}{A_X} = 3,83 \quad R_n = 2,45 \cdot 10^6$$

c_C, c_D
 $-c_X, c_Y$



Frachter 4500 tdw, Aufbau hinten, beladen

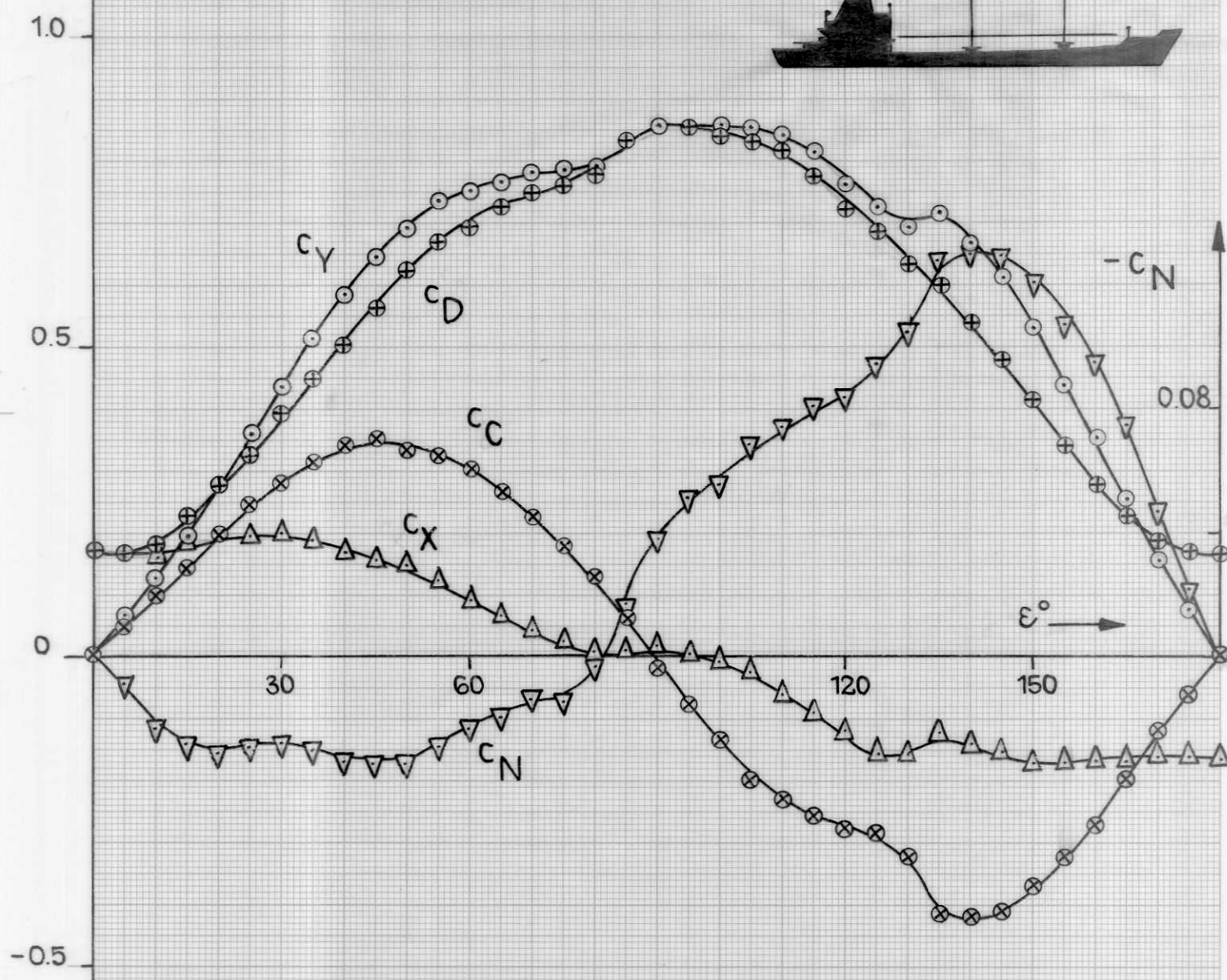
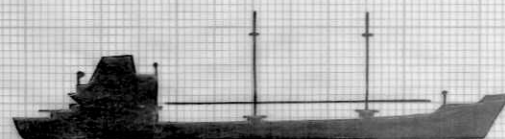
$$\frac{2A_L}{L_{OA}^2} = 0,1249$$

$$\frac{L_{OA}}{B} = 7,65$$

$$\frac{A_L}{A_X} = 3,71$$

$$R_n = 2,43 \cdot 10^6$$

c_C, c_D
 $-c_X, c_Y$



Frachter 4500 tdw, Aufbau mittschiffs, Ballast

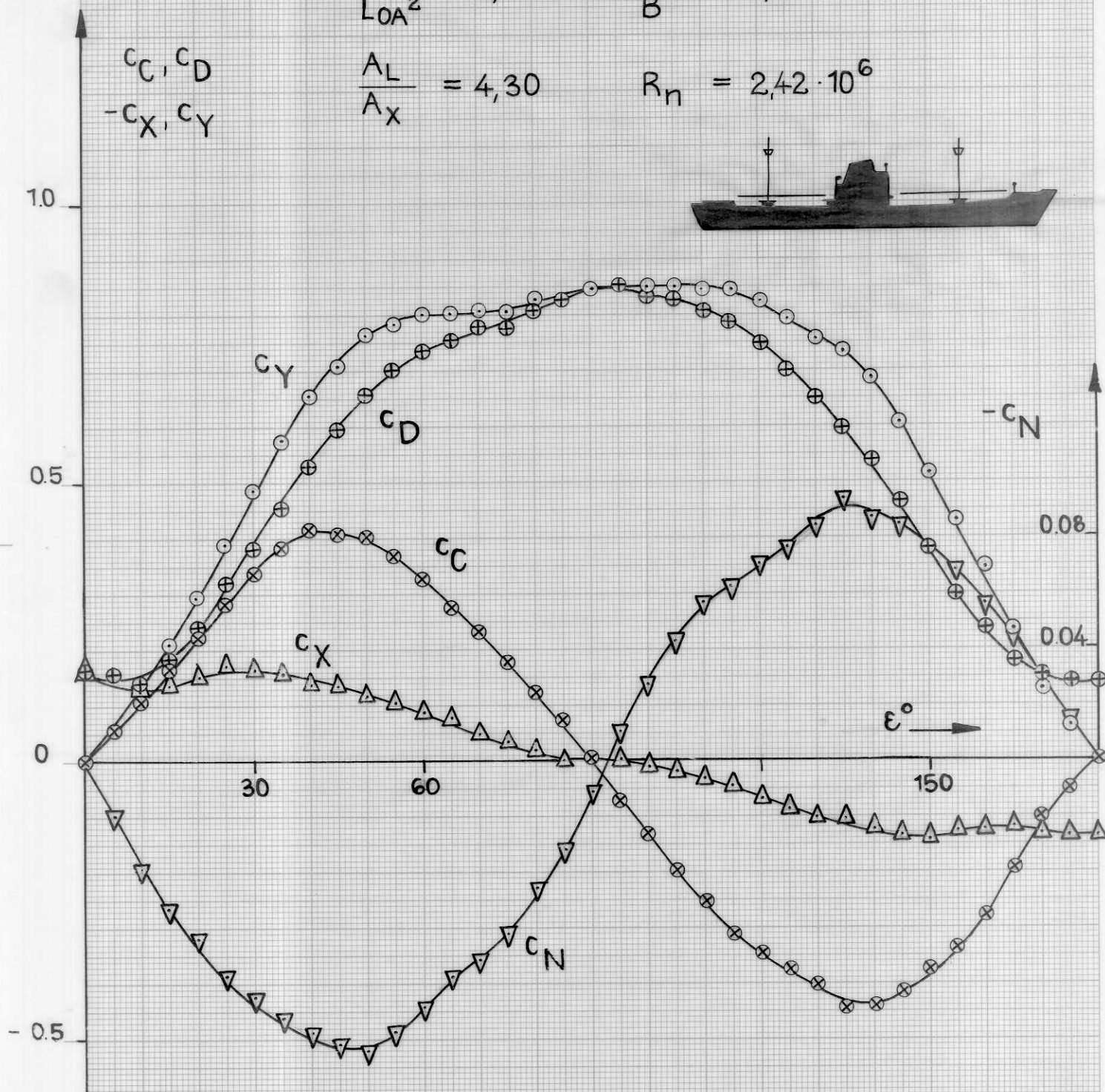
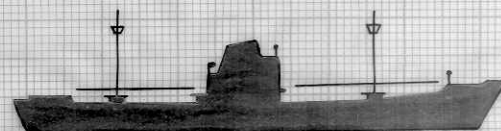
$$\frac{2A_L}{L_{OA}^2} = 0,1665$$

$$\frac{L_{OA}}{B} = 7,65$$

$$\frac{A_L}{A_X} = 4,30$$

$$R_n = 2,42 \cdot 10^6$$

c_C, c_D
 $-c_X, c_Y$



Frachter 4500 tdw, Aufbau hinten, Ballast

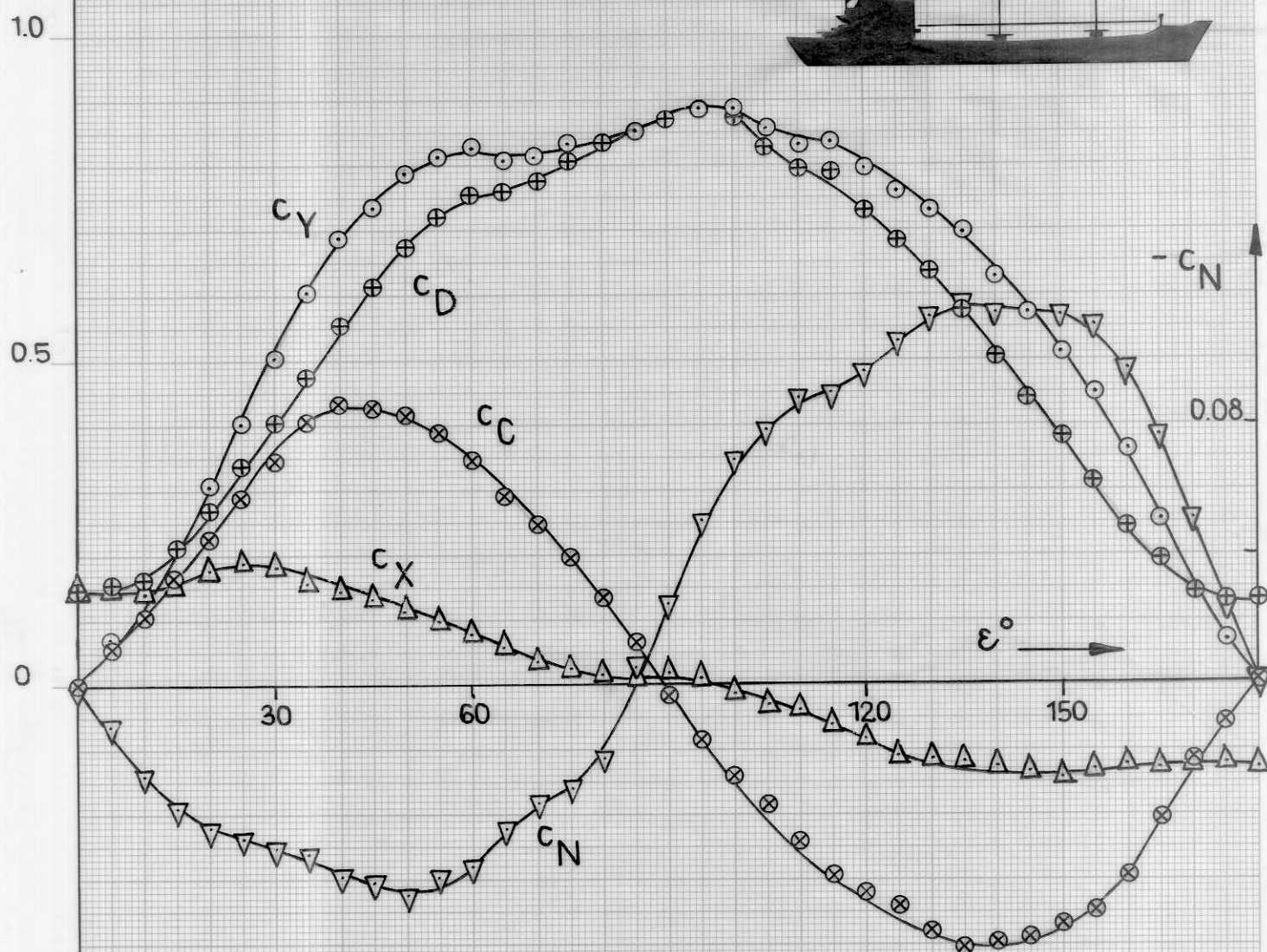
$$\frac{2 A_L}{L_{OA}^2} = 0,1657$$

$$\frac{L_{OA}}{B} = 7,65$$

$$\frac{A_L}{A_X} = 4,18$$

$$R_n = 2,41 \cdot 10^6$$

c_C, c_D
 $-c_X, c_Y$



Tanker 50000 tdw, mit Brücke, beladen

$$\frac{2A_L}{L_{OA}^2} = 0.0752 \quad \frac{L_{OA}}{B} = 7.24$$

$$\frac{A_L}{A_X} = 3.98 \quad R_n = 2,29 \cdot 10^6$$

c_C, c_D
 $-c_X, c_Y$

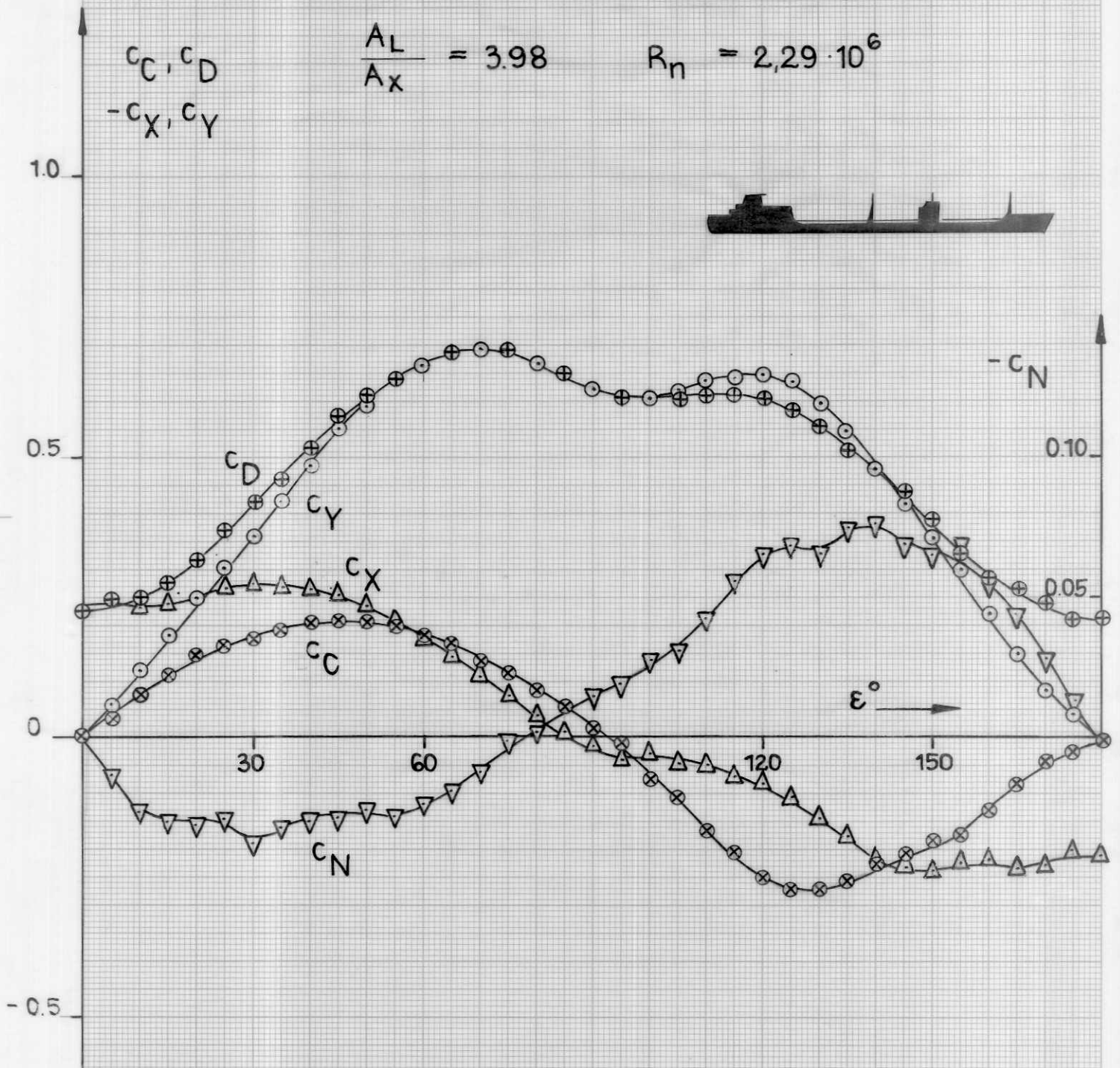


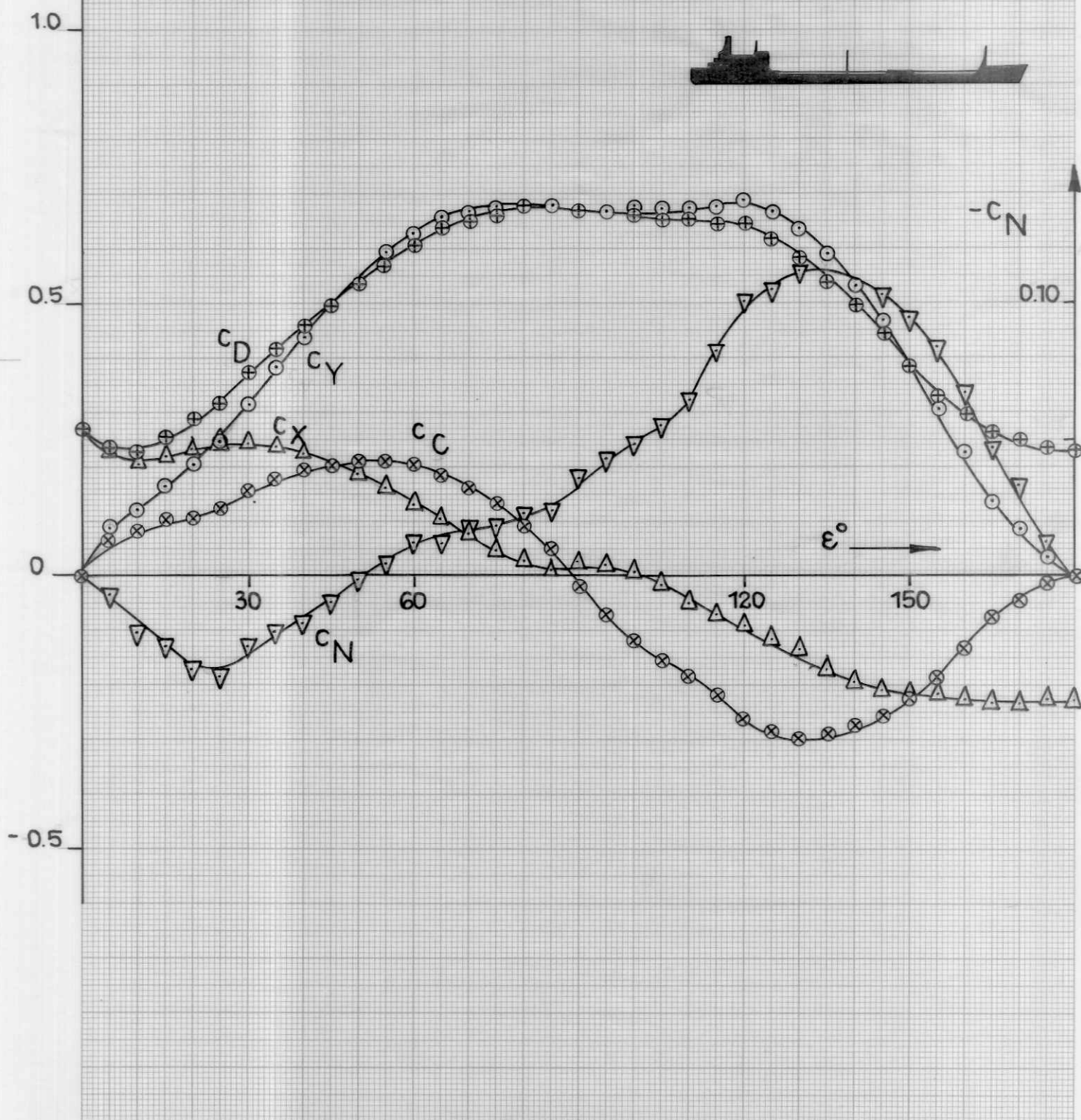
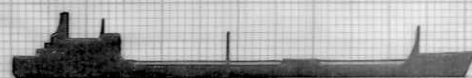
Abb. 12
(vergl. Tab. 10.2)

Tanker 50000 t_{ldw}, Aufbau hinten, beladen

$$\frac{2 A_L}{L_{OA}^2} = 0.0752 \quad \frac{L_{OA}}{B} = 7.24$$

$$\frac{A_L}{A_X} = 3.37 \quad R_n = 2.29 \cdot 10^6$$

c_C, c_D
 $-c_X, c_Y$



Tanker 50000 tdw, mit Brücke, Ballast

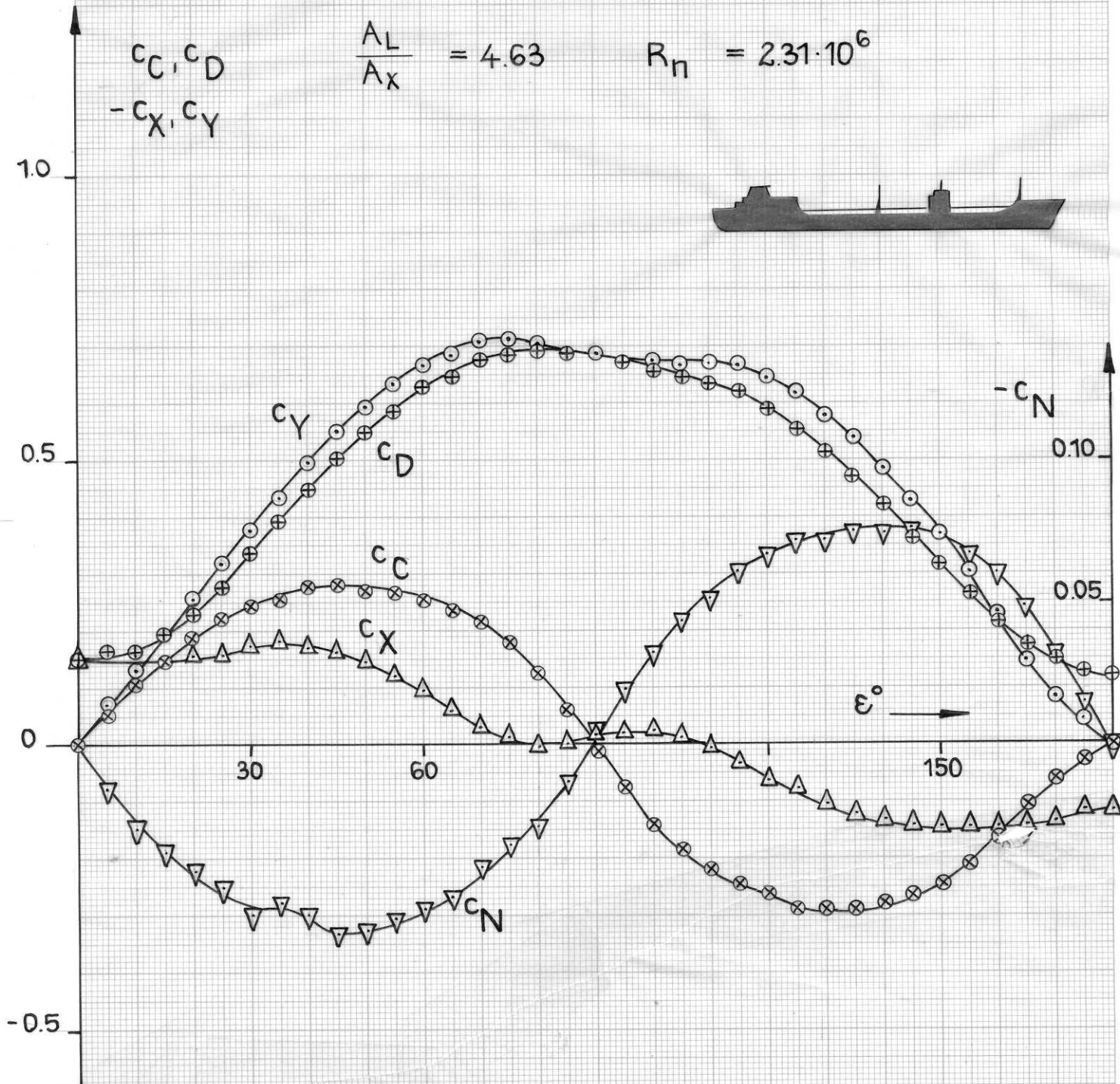
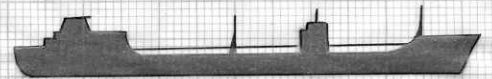
$$\frac{2A_L}{L_{OA}^2} = 0.1129$$

$$\frac{L_{OA}}{B} = 7.24$$

$$\frac{A_L}{A_X} = 4.63$$

$$R_n = 2.31 \cdot 10^6$$

c_C, c_D
 $-c_X, c_Y$



Tanker 50000 tdw, Aufbau hinten, Ballast

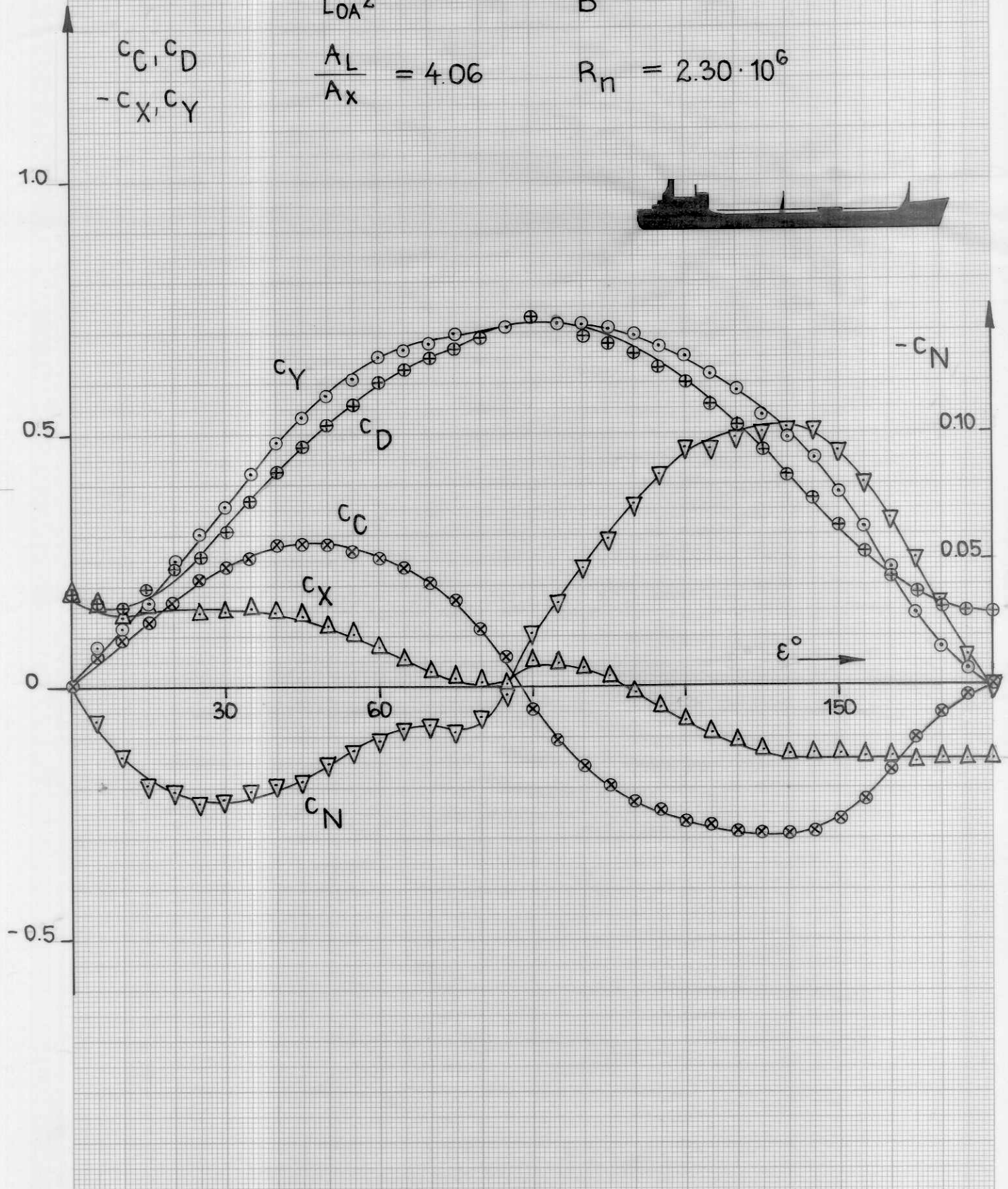
$$\frac{2A_L}{L_{OA}^2} = 0,1129$$

$$\frac{L_{OA}}{B} = 7.24$$

$$\frac{A_L}{A_x} = 4.06$$

$$R_n = 2.30 \cdot 10^6$$

c_C, c_D
 $-c_X, c_Y$



Tanker 50000 t_{dw}, mit Brücke, Ballast, 0.5° Trimm

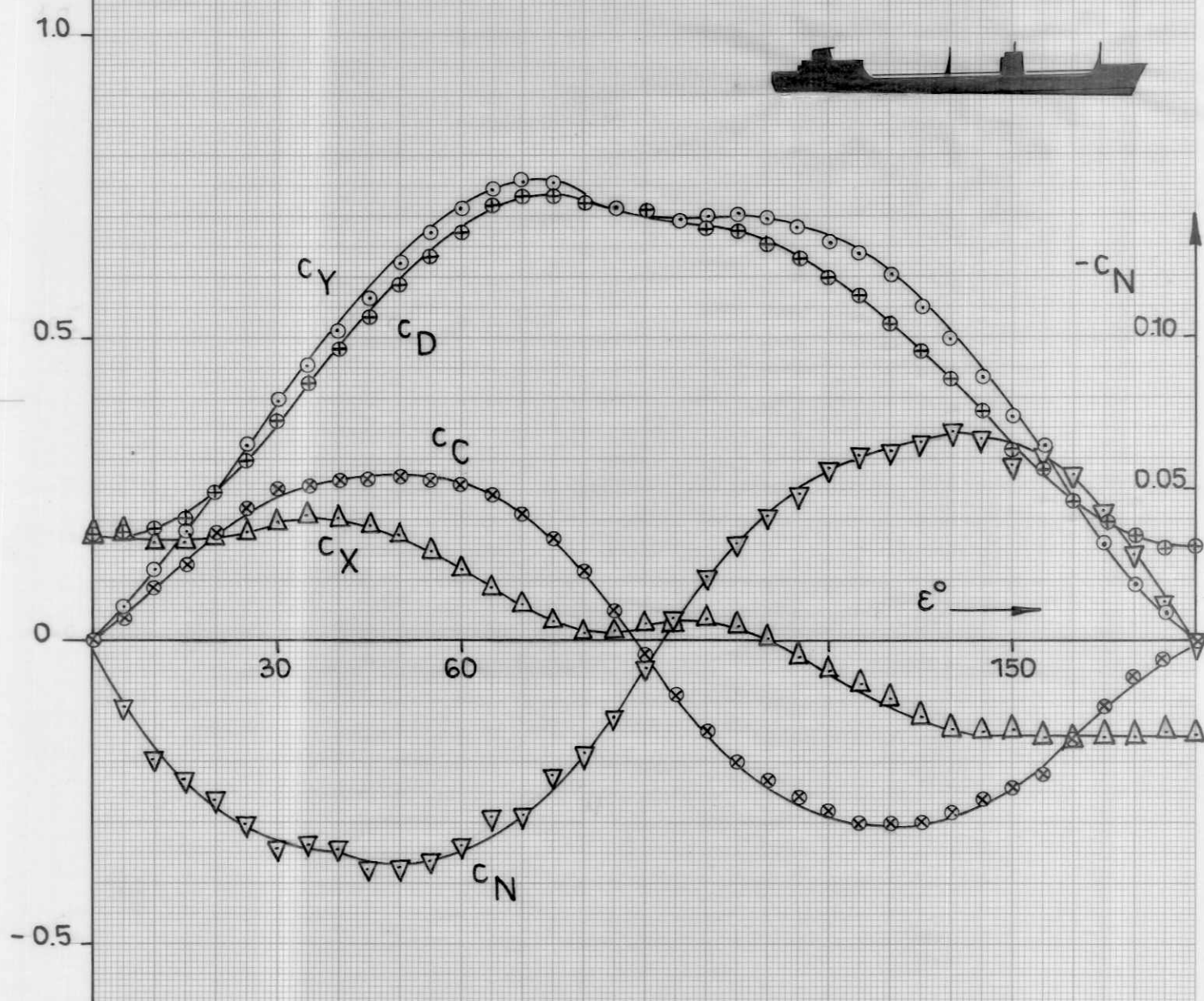
$$\frac{2A_L}{L_{OA}^2} = 0.1131$$

$$\frac{L_{OA}}{B} = 7.24$$

$$\frac{A_L}{A_X} = 4.56$$

$$R_n = 2.32 \cdot 10^6$$

$c_C, c_D,$
 $-c_X, c_Y$



Tanker 50000 tdw, Aufbau hinten, Ballast, 0.5° vertrimmt

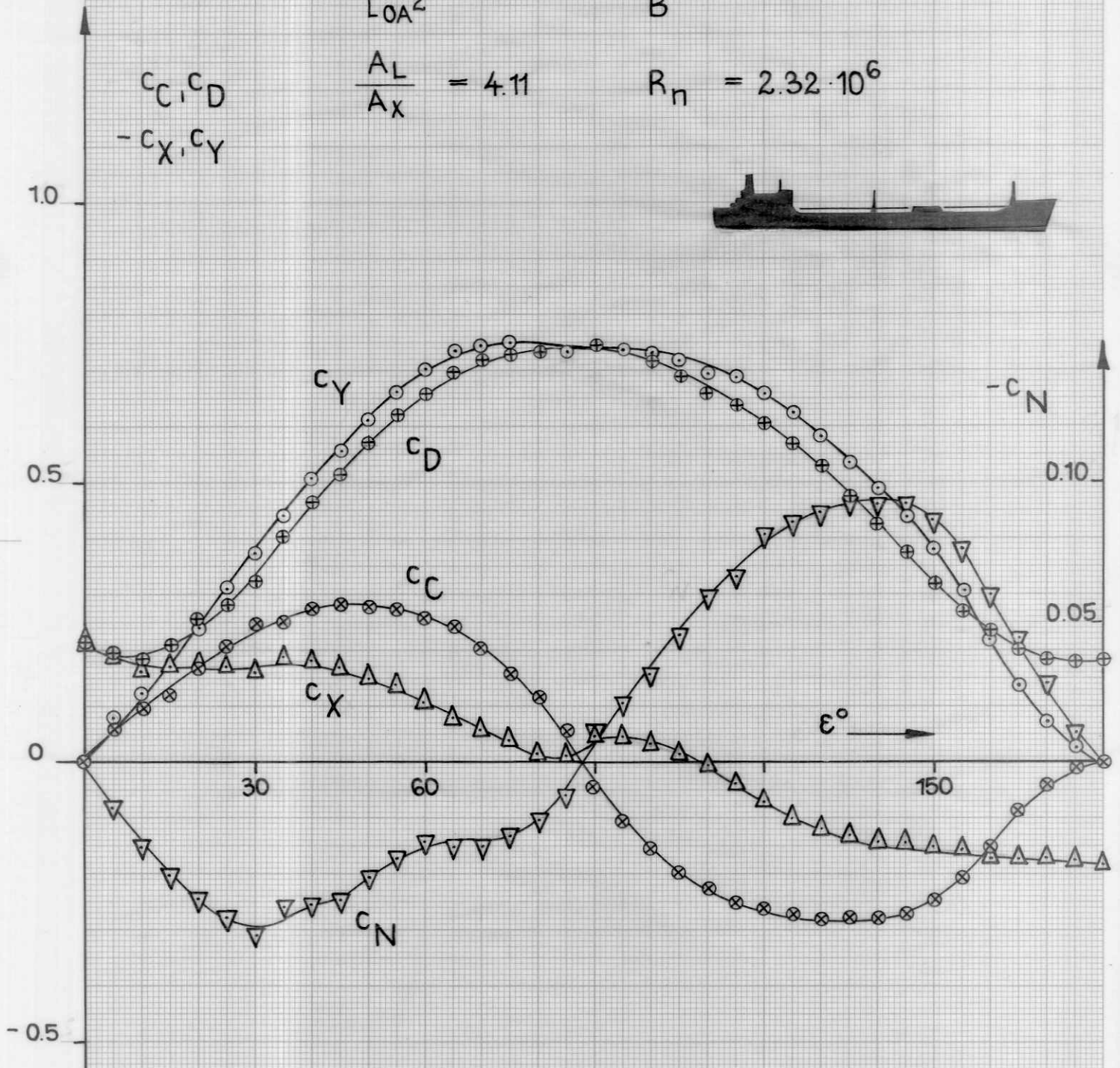
$$\frac{2A_L}{L_{OA}^2} = 0.1131$$

$$\frac{L_{OA}}{B} = 7.24$$

$$\frac{A_L}{A_X} = 4.11$$

$$R_n = 2.32 \cdot 10^6$$

c_C, c_D
 $-c_X, c_Y$



Kühlschiff 3700 t_{dw}, vollständiges Modell

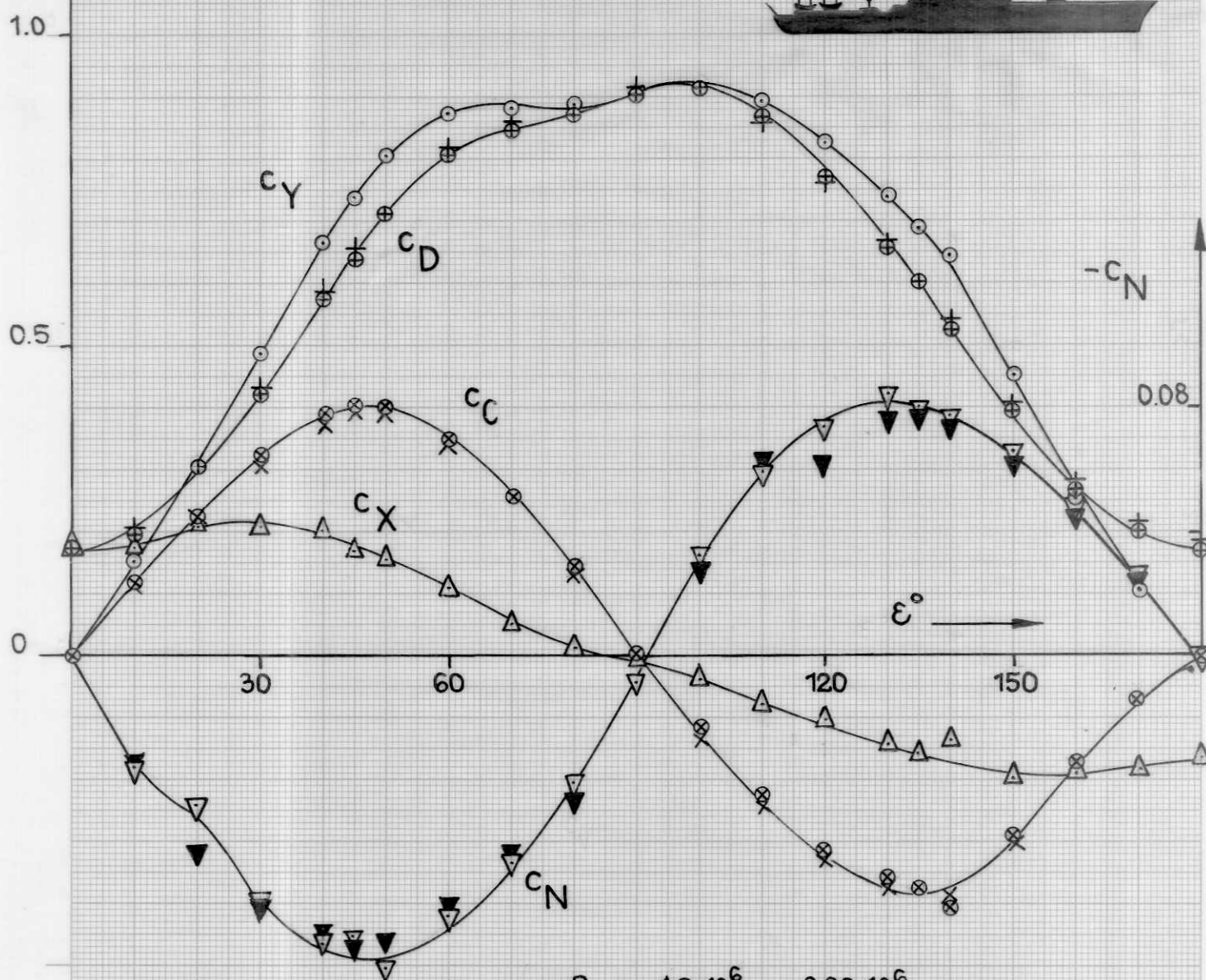
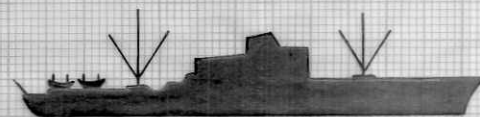
$$\frac{2A_L}{L_{OA}^2} = 0.1321$$

$$\frac{L_{OA}}{B} = 7.67$$

$$\frac{A_L}{A_X} = 4.75$$

$$R_n = 2.26 \cdot 10^6$$

c_C, c_D
 $-c_X, c_Y$



$R_n =$	$1.6 \cdot 10^6$	$2.26 \cdot 10^6$
c_C	x	⊗
c_D	+	⊕
c_N	▼	▽

Kühlschiff 3700tdw, ohne Sonnensegel, Tauwerk, kl. Spieren

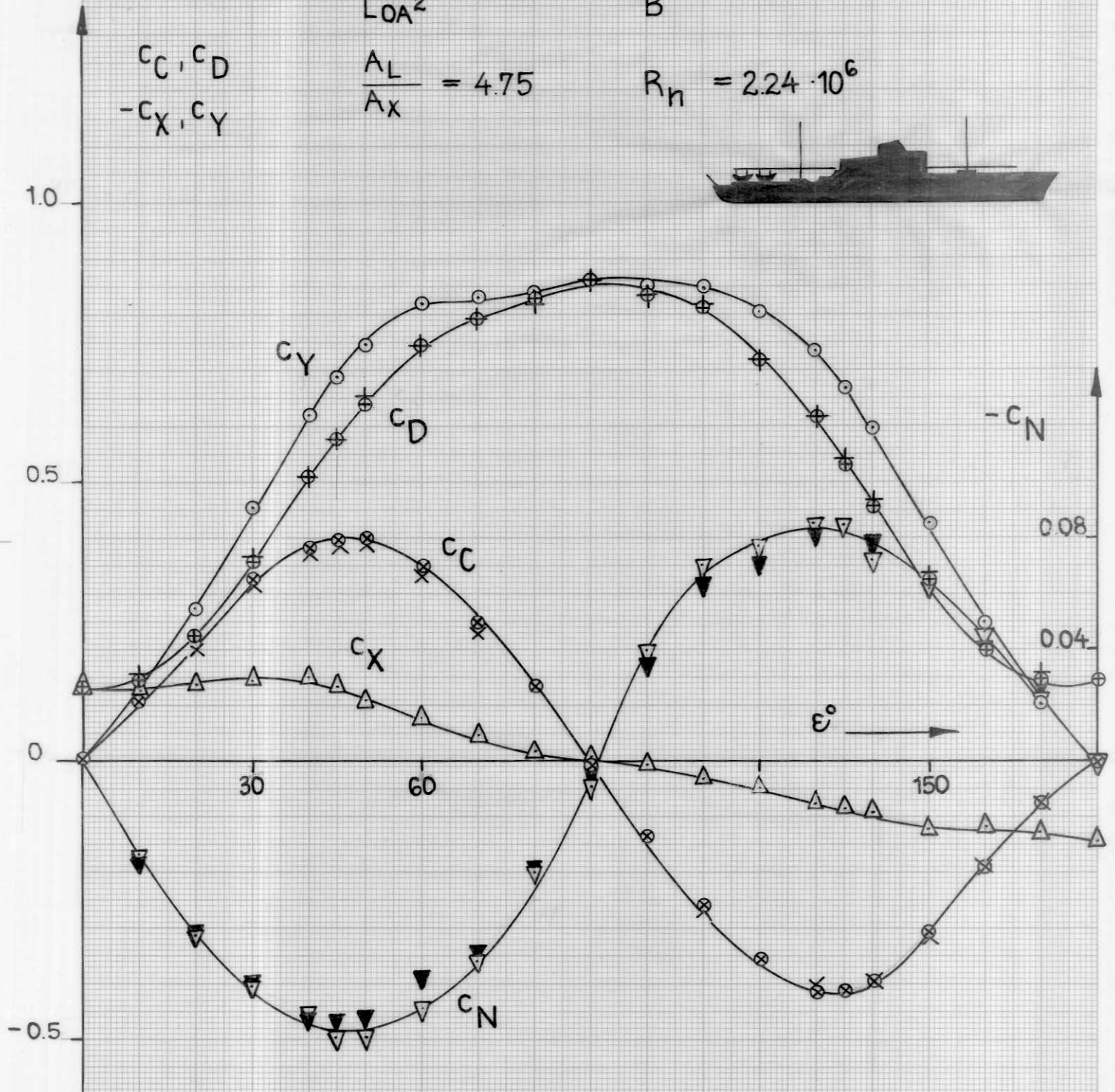
$$\frac{2A_L}{L_{OA}^2} = 0.1321$$

$$\frac{L_{OA}}{B} = 7.67$$

$$\frac{A_L}{A_X} = 4.75$$

$$R_n = 2.24 \cdot 10^6$$

c_C, c_D
 $-c_X, c_Y$



Kühlschiff 3700 tdw, ohne kleine Ausrüstungsteile

$$\frac{2A_L}{L_{OA}^2} = 0.1321$$

$$\frac{L_{OA}}{B} = 7.67$$

$$\frac{A_L}{A_X} = 4.75$$

$$R_n = 2.26 \cdot 10^6$$

c_C, c_D
 $-c_X, c_Y$

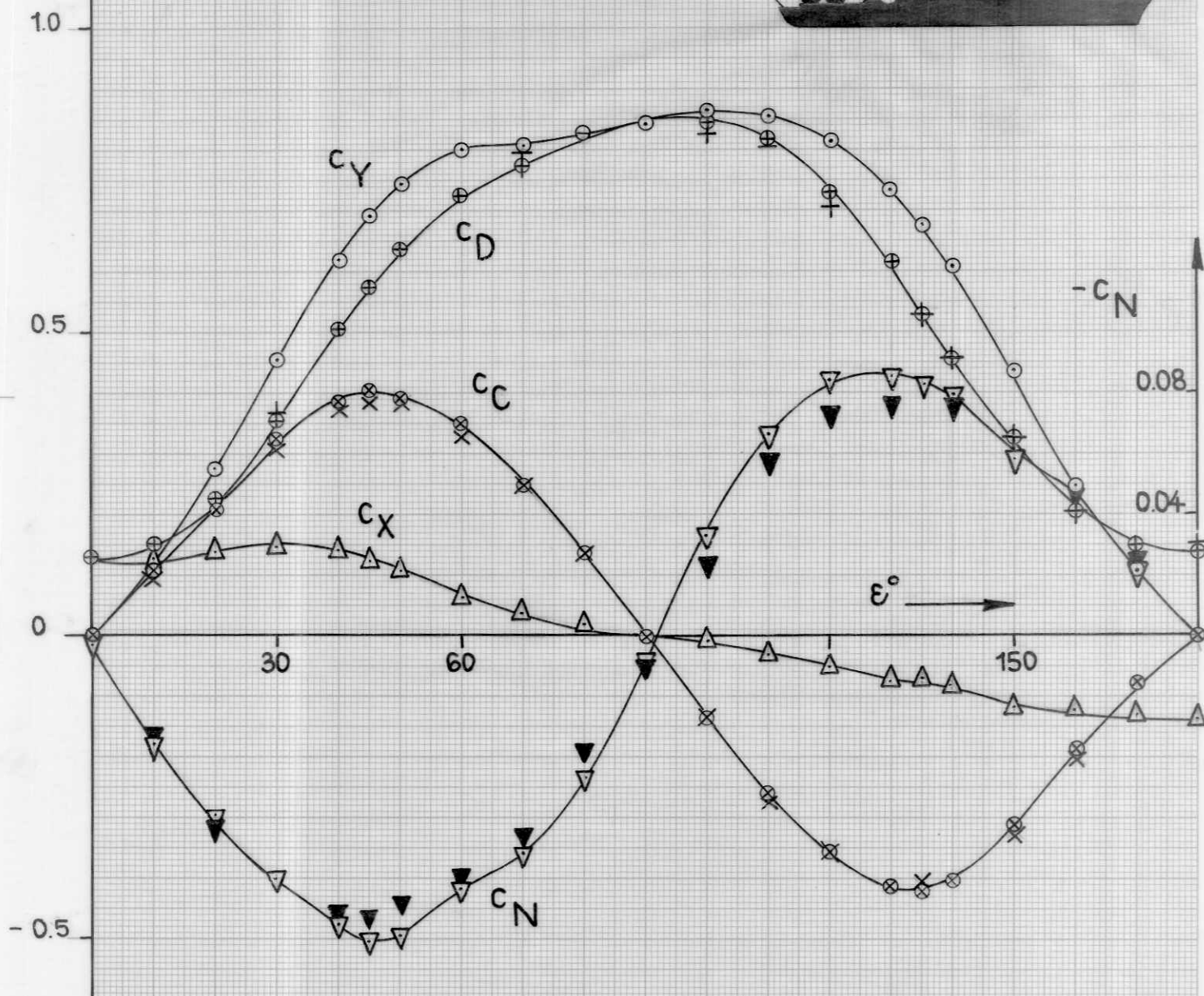


Abb.20.1
(vergl.Tab.6.2)

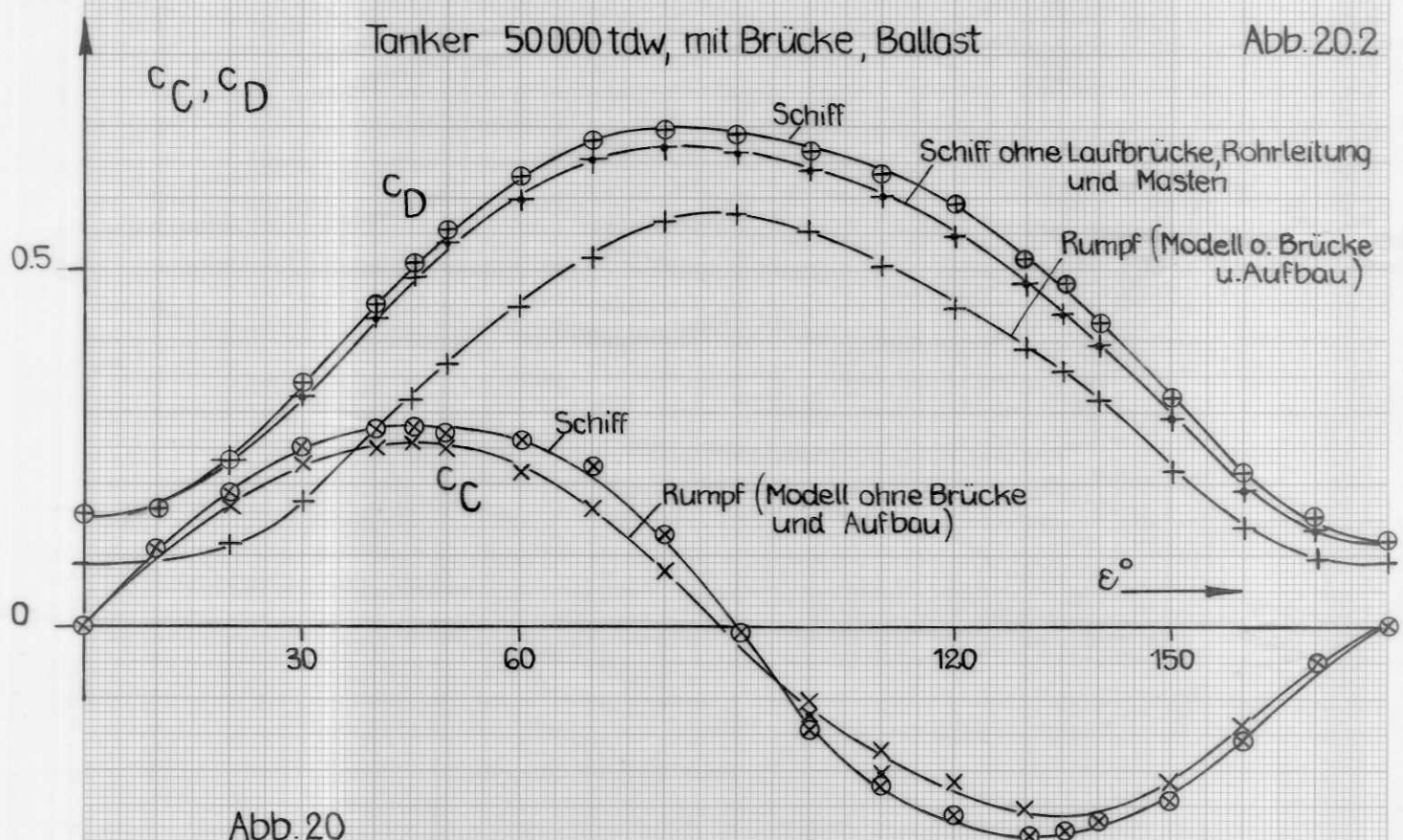
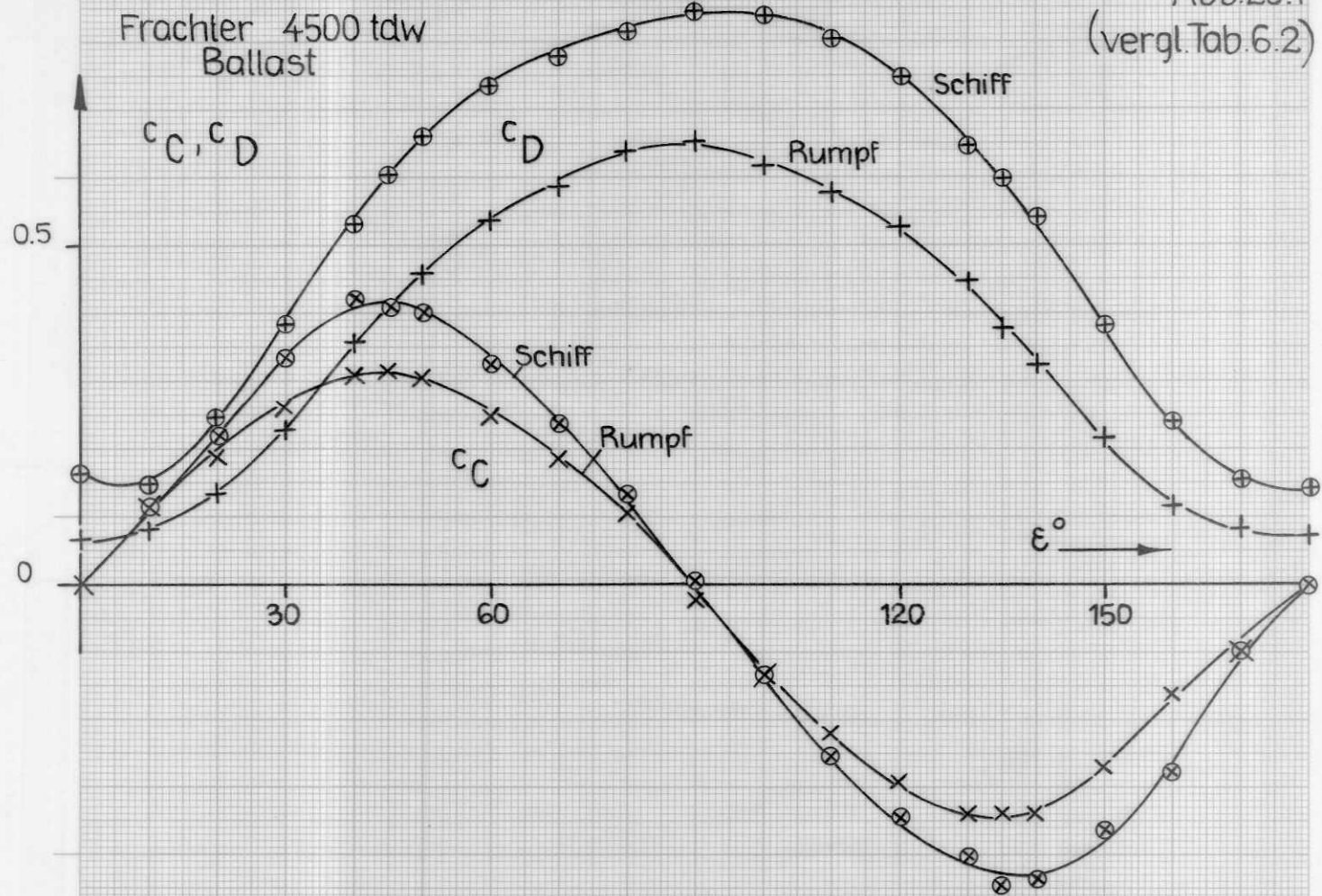


Abb.20

Vergleich der Querkraft- und Widerstandsbeiwerte (bezogen auf die Lateralfläche des vollständigen Modells) für Schiff und Rumpf

Tab. 1.1: Küstenmotorschiff 600 tdw, beladen

$$A_L = 0,0713, A_L/A_X = 2,97, 2A_L/L_{OA}^2 = 0,1427,$$

$$q/q_m = 1,091, R_n = 1,35 \cdot 10^6$$

ϵ	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_{FT}	c_N	$0,50-x_F/L_{OA}$
0	0.000	0.344	-0.344	0.000	0.344	0.	
10	0.136	0.293	-0.265	0.185	0.323	0.0306	0.334
20	0.172	0.369	-0.288	0.288	0.407	0.0472	0.336
30	0.242	0.483	-0.298	0.451	0.540	0.0462	0.398
40	0.222	0.605	-0.321	0.559	0.645	0.0347	0.438
45	0.219	0.661	-0.312	0.622	0.696	0.0269	0.457
50	0.214	0.686	-0.277	0.663	0.718	0.0124	0.481
60	0.214	0.772	-0.201	0.775	0.801	-0.0014	0.502
70	0.180	0.822	-0.111	0.834	0.841	-0.0177	0.521
80	0.092	0.852	-0.058	0.855	0.857	-0.0237	0.528
90	0.000	0.883	-0.000	0.883	0.883	-0.0339	0.538
100	-0.194	0.869	-0.041	0.889	0.890	-0.0737	0.583
110	-0.278	0.825	0.021	0.870	0.870	-0.0950	0.609
120	-0.328	0.783	0.108	0.842	0.849	-0.1142	0.636
130	-0.391	0.694	0.146	0.783	0.797	-0.1317	0.668
135	-0.400	0.630	0.163	0.728	0.746	-0.1302	0.679
140	-0.408	0.566	0.171	0.677	0.698	-0.1371	0.703
150	-0.477	0.430	0.134	0.629	0.643	-0.1404	0.723
160	-0.289	0.316	0.199	0.380	0.428	-0.1184	0.812
170	-0.147	0.222	0.193	0.184	0.266	-0.0607	0.830
180	0.000	0.200	0.200	0.000	0.200	0.	

Tab. 1.3: $R_n = 2,10 \cdot 10^6$

ϵ	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_{FT}	c_N	$0,50-x_F/L_{OA}$
0	0.000	0.335	-0.335	0.000	0.335	0.	
10	0.148	0.294	-0.264	0.197	0.329	0.0323	0.336
20	0.182	0.379	-0.294	0.300	0.421	0.0557	0.315
30	0.248	0.495	-0.305	0.462	0.554	0.0445	0.404
40	0.231	0.607	-0.317	0.568	0.650	0.0360	0.437
45	0.231	0.659	-0.303	0.630	0.699	0.0390	0.438
50	0.220	0.689	-0.275	0.669	0.724	0.0201	0.470
60	0.220	0.765	-0.192	0.772	0.796	0.0112	0.485
70	0.201	0.805	-0.086	0.825	0.830	-0.0137	0.517
80	0.110	0.862	-0.041	0.868	0.869	-0.0210	0.524
90	0.000	0.874	-0.000	0.874	0.874	-0.0183	0.521
100	-0.182	0.872	-0.027	0.890	0.891	-0.0601	0.567
110	-0.286	0.821	0.012	0.869	0.870	-0.0832	0.596
120	-0.337	0.770	0.094	0.835	0.841	-0.1098	0.631
130	-0.397	0.691	0.140	0.784	0.796	-0.1096	0.640
135	-0.396	0.626	0.163	0.722	0.740	-0.1207	0.667
140	-0.418	0.576	0.173	0.690	0.711	-0.1394	0.702
150	-0.421	0.441	0.171	0.585	0.610	-0.1397	0.739
160	-0.280	0.302	0.188	0.366	0.412	-0.1096	0.799
170	-0.141	0.227	0.199	0.179	0.268	-0.0607	0.839
180	0.000	0.194	0.194	0.000	0.194	0.	

Tab. 1.2: Küstenmotorschiff 600 tdw, beladen

$$A_L = 0,0713, A_L/A_X = 2,97, 2A_L/L_{OA}^2 = 0,1427,$$

$$q/q_m = 1,091, R_n = 1,91 \cdot 10^6$$

ϵ	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_{FT}	c_N	$0,50-x_F/L_{OA}$
0	0.000	0.333	-0.333	0.000	0.333	0.	-
5	0.104	0.323	-0.313	0.132	0.340	0.0102	0.422
10	0.140	0.289	-0.260	0.188	0.321	0.0298	0.342
15	0.155	0.296	-0.245	0.227	0.334	0.0455	0.299
20	0.178	0.371	-0.287	0.294	0.411	0.0546	0.314
25	0.214	0.432	-0.301	0.376	0.482	0.0384	0.398
30	0.243	0.477	-0.292	0.449	0.536	0.0482	0.393
35	0.229	0.534	-0.306	0.494	0.581	0.0414	0.416
40	0.230	0.582	-0.297	0.550	0.626	0.0397	0.428
45	0.230	0.641	-0.291	0.616	0.681	0.0288	0.453
50	0.226	0.669	-0.257	0.658	0.706	0.0207	0.469
55	0.218	0.694	-0.220	0.694	0.727	0.0125	0.482
60	0.218	0.730	-0.176	0.741	0.762	-0.0081	0.511
65	0.215	0.763	-0.128	0.783	0.793	-0.0078	0.510
70	0.182	0.805	-0.104	0.819	0.825	-0.0178	0.522
75	0.164	0.833	-0.057	0.847	0.849	-0.0176	0.521
80	0.101	0.862	-0.050	0.866	0.868	-0.0184	0.521
85	0.057	0.873	-0.019	0.875	0.875	-0.0266	0.530
90	0.000	0.880	-0.000	0.880	0.880	-0.0360	0.541
95	-0.125	0.886	-0.047	0.893	0.894	-0.0443	0.550
100	-0.192	0.879	-0.036	0.899	0.899	-0.0642	0.571
105	-0.239	0.872	-0.005	0.904	0.904	-0.0841	0.593
110	-0.279	0.822	0.019	0.868	0.868	-0.0929	0.607
115	-0.323	0.798	0.044	0.860	0.861	-0.1026	0.619
120	-0.343	0.765	0.085	0.834	0.838	-0.1238	0.648
125	-0.379	0.730	0.108	0.815	0.823	-0.1251	0.653
130	-0.404	0.683	0.130	0.783	0.793	-0.1360	0.674
135	-0.403	0.622	0.155	0.724	0.741	-0.1386	0.691
140	-0.428	0.568	0.160	0.692	0.711	-0.1318	0.690
145	-0.466	0.511	0.151	0.675	0.692	-0.1355	0.701
150	-0.426	0.426	0.156	0.582	0.603	-0.1373	0.736
155	-0.371	0.358	0.168	0.487	0.515	-0.1285	0.764
160	-0.291	0.296	0.178	0.375	0.415	-0.1154	0.808
165	-0.190	0.250	0.192	0.248	0.314	-0.0835	0.836
170	-0.124	0.223	0.199	0.160	0.255	-0.0617	0.885
175	-0.063	0.203	0.196	0.081	0.212	-0.0191	0.736
180	0.000	0.203	0.203	0.000	0.203	0.	-

Tab. 2.1

Tab. 2.1: Küstenmotorschiff 600 tdw, Ballast

$$A_L = 0,0962, A_L/A_X = 3,35, 2A_L/L_{OA}^2 = 0,1924,$$

$$q/q_m = 1,063, R_n = 1,37 \cdot 10^6$$

ϵ	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_{PT}	c_N	$0,50-x_F/L_{OA}$
0	0.000	0.243	-0.243	0.000	0.243	0.	0.360
10	0.146	0.208	-0.179	0.180	0.254	0.0251	0.292
20	0.202	0.290	-0.204	0.289	0.354	0.0600	0.395
30	0.278	0.420	-0.225	0.451	0.504	0.0472	0.408
35	0.317	0.476	-0.208	0.533	0.572	0.0492	0.405
40	0.313	0.515	-0.193	0.571	0.602	0.0542	0.414
45	0.301	0.579	-0.197	0.622	0.652	0.0533	0.416
50	0.286	0.618	-0.178	0.657	0.681	0.0552	0.459
60	0.276	0.712	-0.117	0.755	0.764	0.0312	0.478
70	0.231	0.784	-0.052	0.816	0.818	0.0179	0.484
80	0.156	0.832	0.010	0.846	0.846	0.0137	0.507
90	0.033	0.854	0.033	0.854	0.855	-0.0063	0.564
100	-0.144	0.844	0.005	0.856	0.856	-0.0544	0.604
110	-0.253	0.801	0.036	0.839	0.840	-0.0874	0.637
120	-0.317	0.679	0.065	0.747	0.750	-0.1024	0.676
130	-0.325	0.564	0.113	0.641	0.651	-0.1127	0.695
135	-0.340	0.502	0.115	0.595	0.606	-0.1164	0.713
140	-0.360	0.459	0.120	0.571	0.584	-0.1214	0.736
145	-0.366	0.412	0.127	0.536	0.551	-0.1265	0.765
150	-0.338	0.360	0.143	0.473	0.494	-0.1254	0.863
160	-0.249	0.222	0.124	0.310	0.334	-0.1127	0.916
170	-0.144	0.148	0.121	0.168	0.207	-0.0700	—
180	0.000	0.126	0.126	0.000	0.126	0.	—

Tab. 2.2: Küstenmotorschiff 600 tdw, Ballast

$$A_L = 0,0962, A_L/A_X = 3,35, 2A_L/L_{OA}^2 = 0,1924,$$

$$q/q_m = 1,063, R_n = 1,91 \cdot 10^6$$

ϵ	c_D	c_D	c_X	c_Y	c_{PT}	c_N	$0,50-x_F/L_{OA}$
0	0.000	0.236	-0.236	0.000	0.236	0.	-
5	0.099	0.245	-0.235	0.120	0.264	0.0115	0.404
10	0.144	0.203	-0.175	0.177	0.249	0.0290	0.337
15	0.156	0.223	-0.175	0.209	0.273	0.0462	0.279
20	0.201	0.289	-0.203	0.288	0.352	0.0638	0.278
25	0.230	0.377	-0.244	0.367	0.441	0.0515	0.360
30	0.285	0.424	-0.225	0.459	0.511	0.0519	0.387
35	0.327	0.480	-0.205	0.543	0.581	0.0524	0.404
40	0.321	0.521	-0.193	0.581	0.612	0.0574	0.401
45	0.312	0.574	-0.186	0.627	0.654	0.0610	0.403
50	0.288	0.619	-0.177	0.659	0.683	0.0575	0.413
55	0.280	0.668	-0.154	0.708	0.724	0.0486	0.431
60	0.275	0.705	-0.115	0.748	0.757	0.0381	0.449
65	0.253	0.740	-0.083	0.778	0.782	0.0260	0.467
70	0.226	0.780	-0.054	0.811	0.813	0.0179	0.478
75	0.182	0.808	-0.033	0.828	0.828	0.0173	0.479
80	0.150	0.833	0.003	0.846	0.846	0.0176	0.479
85	0.108	0.851	0.033	0.858	0.858	0.0053	0.494
90	0.031	0.862	0.031	0.862	0.862	-0.0147	0.517
95	-0.068	0.874	0.008	0.877	0.877	-0.0348	0.540
100	-0.146	0.853	0.004	0.866	0.866	-0.0489	0.556
105	-0.210	0.830	0.012	0.856	0.856	-0.0654	0.576
110	-0.252	0.772	0.027	0.812	0.812	-0.0861	0.606
115	-0.284	0.719	0.046	0.771	0.773	-0.0990	0.628
120	-0.308	0.668	0.067	0.732	0.736	-0.1110	0.652
125	-0.319	0.604	0.085	0.678	0.683	-0.1116	0.665
130	-0.327	0.552	0.104	0.633	0.642	-0.1144	0.681
135	-0.344	0.502	0.112	0.598	0.609	-0.1195	0.700
140	-0.385	0.455	0.101	0.587	0.596	-0.1246	0.712
145	-0.387	0.407	0.111	0.550	0.561	-0.1273	0.731
150	-0.348	0.350	0.129	0.476	0.494	-0.1271	0.767
155	-0.299	0.292	0.139	0.394	0.418	-0.1229	0.812
160	-0.258	0.230	0.127	0.321	0.346	-0.1150	0.858
165	-0.200	0.176	0.118	0.238	0.266	-0.0953	0.900
170	-0.121	0.153	0.130	0.146	0.196	-0.0676	0.962
175	-0.078	0.118	0.111	0.088	0.141	-0.0292	0.832
180	0.000	0.117	0.117	0.000	0.117	0.	-

Tab. 3.1

Tab. 3.1: Frachtschiff 4500 tdw, beladen, Aufbau mittschiffs

$$A_L = 0,1050, A_L/A_X = 3,83, 2A_L/L_{OA}^2 = 0,1256,$$

$$q/q_m = 1,080, R_n = 1,74 \cdot 10^6$$

ϵ	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_{FT}	c_N	$0,50-x_F/L_{OA}$
0	0.000	0.198	-0.198	0.000	0.198	0.	
10	0.092	0.185	-0.166	0.123	0.207	0.0342	0.222
20	0.166	0.275	-0.202	0.250	0.321	0.0568	0.273
30	0.238	0.400	-0.227	0.406	0.465	0.0687	0.331
40	0.306	0.522	-0.204	0.570	0.605	0.0816	0.357
45	0.302	0.593	-0.206	0.633	0.665	0.0814	0.371
50	0.304	0.653	-0.187	0.695	0.720	0.0814	0.383
60	0.279	0.724	-0.120	0.767	0.776	0.0709	0.407
70	0.217	0.752	-0.054	0.781	0.783	0.0591	0.424
80	0.132	0.777	-0.005	0.788	0.788	0.0428	0.446
90	0.030	0.796	0.030	0.796	0.796	0.0165	0.479
100	-0.111	0.802	0.030	0.809	0.809	-0.0087	0.511
110	-0.219	0.773	0.059	0.801	0.804	-0.0320	0.540
120	-0.279	0.702	0.109	0.747	0.755	-0.0478	0.564
130	-0.311	0.611	0.154	0.668	0.686	-0.0573	0.586
135	-0.362	0.573	0.149	0.661	0.678	-0.0641	0.597
140	-0.362	0.532	0.175	0.619	0.643	-0.0666	0.608
150	-0.319	0.398	0.185	0.475	0.510	-0.0576	0.621
160	-0.230	0.275	0.180	0.310	0.359	-0.0442	0.642
170	-0.087	0.194	0.176	0.119	0.213	-0.0217	0.682
180	0.000	0.181	0.181	0.000	0.181	0.	

Tab. 3.2: Frachtschiff 4500 tdw, beladen, Aufbau mittschiffs

$$A_L = 0,1050, A_L/A_X = 3,83, 2A_L/L_{OA}^2 = 0,1256,$$

$$q/q_m = 1,080, R_n = 2,45 \cdot 10^6$$

ϵ	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_{FT}	c_N	$0,50-x_F/L_{OA}$
0	0.000	0.185	-0.185	0.000	0.185	0.	
5	0.055	0.185	-0.179	0.071	0.193	0.0178	0.248
10	0.094	0.174	-0.154	0.123	0.197	0.0342	0.222
15	0.140	0.208	-0.165	0.189	0.251	0.0470	0.251
20	0.167	0.263	-0.190	0.247	0.312	0.0595	0.259
25	0.202	0.329	-0.213	0.322	0.386	0.0643	0.300
30	0.245	0.398	-0.222	0.411	0.467	0.0698	0.330
35	0.300	0.456	-0.202	0.507	0.546	0.0757	0.351
40	0.315	0.521	-0.196	0.576	0.608	0.0816	0.358
45	0.315	0.587	-0.192	0.637	0.666	0.0843	0.368
50	0.315	0.650	-0.176	0.700	0.722	0.0896	0.372
55	0.302	0.697	-0.153	0.744	0.759	0.0856	0.385
60	0.285	0.715	-0.111	0.761	0.769	0.0764	0.400
65	0.256	0.727	-0.075	0.767	0.771	0.0704	0.408
70	0.221	0.749	-0.049	0.779	0.781	0.0656	0.416
75	0.176	0.773	-0.030	0.793	0.793	0.0559	0.429
80	0.132	0.783	-0.006	0.794	0.794	0.0417	0.447
85	0.091	0.793	0.021	0.798	0.798	0.0324	0.459
90	0.021	0.807	0.021	0.807	0.807	0.0188	0.477
95	-0.065	0.807	0.006	0.810	0.810	0.0012	0.498
100	-0.115	0.798	0.025	0.806	0.806	-0.0109	0.514
105	-0.169	0.790	0.041	0.807	0.808	-0.0176	0.522
110	-0.223	0.774	0.056	0.804	0.806	-0.0325	0.540
115	-0.268	0.745	0.072	0.788	0.792	-0.0442	0.556
120	-0.283	0.698	0.104	0.746	0.753	-0.0479	0.564
125	-0.296	0.660	0.136	0.711	0.723	-0.0547	0.577
130	-0.314	0.610	0.152	0.669	0.686	-0.0622	0.593
135	-0.360	0.574	0.151	0.661	0.678	-0.0690	0.604
140	-0.370	0.525	0.165	0.621	0.642	-0.0716	0.615
145	-0.356	0.468	0.179	0.560	0.588	-0.0637	0.614
150	-0.321	0.395	0.182	0.475	0.509	-0.0582	0.622
155	-0.289	0.324	0.172	0.399	0.434	-0.0538	0.635
160	-0.230	0.263	0.169	0.306	0.349	-0.0459	0.650
165	-0.167	0.212	0.162	0.216	0.270	-0.0375	0.674
170	-0.091	0.185	0.166	0.121	0.206	-0.0251	0.707
175	-0.047	0.178	0.173	0.063	0.184	-0.0103	0.664
180	0.000	0.174	0.174	0.000	0.174	0.	

Tab. 4.1

Tab. 4.1: Frachtschiff 4500 tdw, beladen, Aufbau hinten

$$A_L = 0,1044, A_L/A_X = 3,71, 2A_L/L_{OA}^2 = 0,1249,$$

$$q/q_m = 1,080, R_n = 1,73 \cdot 10^6$$

ϵ	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_{FT}	c_N	$0,50-x_F/L_{OA}$
0	0.000	0.180	-0.180	0.000	0.180	0.	
10	0.095	0.188	-0.168	0.126	0.210	0.0201	0.341
20	0.192	0.283	-0.200	0.277	0.341	0.0296	0.393
30	0.262	0.395	-0.211	0.424	0.473	0.0293	0.431
40	0.321	0.506	-0.182	0.571	0.599	0.0311	0.445
45	0.334	0.554	-0.156	0.628	0.647	0.0348	0.445
50	0.322	0.622	-0.153	0.684	0.701	0.0286	0.458
60	0.290	0.694	-0.096	0.746	0.752	0.0247	0.467
70	0.222	0.747	-0.047	0.778	0.780	0.0140	0.482
80	0.129	0.776	-0.008	0.786	0.786	0.0021	0.497
90	-0.011	0.846	-0.011	0.846	0.846	-0.0361	0.543
100	-0.131	0.842	0.017	0.852	0.852	-0.0560	0.566
110	-0.220	0.806	0.069	0.833	0.836	-0.0750	0.590
120	-0.269	0.728	0.131	0.765	0.777	-0.0833	0.609
130	-0.315	0.622	0.159	0.679	0.697	-0.1017	0.650
135	-0.393	0.592	0.141	0.696	0.710	-0.1218	0.675
140	-0.398	0.525	0.146	0.643	0.659	-0.1256	0.695
150	-0.360	0.408	0.173	0.516	0.544	-0.1176	0.728
160	-0.260	0.281	0.175	0.340	0.383	-0.0930	0.773
170	-0.121	0.186	0.162	0.151	0.221	-0.0473	0.814
180	0.000	0.169	0.169	0.000	0.169	0.	

Tab. 4.2: Frachtschiff 4500 tdw, beladen, Aufbau hinten

$$A_L = 0,1044, A_L/A_X = 3,71, 2A_L/L_{OA}^2 = 0,1249,$$

$$q/q_m = 1,080, R_n = 2,43 \cdot 10^6$$

ϵ	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_{FT}	c_N	$0,50-x_F/L_{OA}$
0	0.000	0.171	-0.171	0.000	0.171	0.	
5	0.047	0.171	-0.166	0.062	0.177	0.0089	0.356
10	0.098	0.178	-0.159	0.127	0.203	0.0233	0.317
15	0.144	0.228	-0.183	0.198	0.269	0.0281	0.358
20	0.193	0.276	-0.193	0.276	0.337	0.0312	0.387
25	0.243	0.327	-0.194	0.358	0.407	0.0293	0.418
30	0.279	0.391	-0.199	0.437	0.480	0.0281	0.436
35	0.313	0.448	-0.187	0.513	0.546	0.0296	0.442
40	0.340	0.505	-0.168	0.585	0.609	0.0333	0.443
45	0.348	0.564	-0.153	0.645	0.663	0.0343	0.447
50	0.332	0.626	-0.148	0.693	0.708	0.0342	0.451
55	0.324	0.672	-0.120	0.737	0.747	0.0295	0.460
60	0.300	0.694	-0.088	0.751	0.756	0.0225	0.470
65	0.266	0.725	-0.066	0.769	0.772	0.0183	0.476
70	0.229	0.749	-0.041	0.782	0.783	0.0129	0.483
75	0.180	0.762	-0.023	0.783	0.783	0.0141	0.482
80	0.129	0.779	-0.008	0.789	0.789	0.0027	0.497
85	0.064	0.832	-0.008	0.834	0.834	-0.0169	0.520
90	-0.015	0.857	-0.015	0.857	0.857	-0.0382	0.545
95	-0.076	0.854	-0.001	0.857	0.857	-0.0515	0.560
100	-0.138	0.839	0.009	0.851	0.851	-0.0566	0.567
105	-0.195	0.831	0.026	0.853	0.853	-0.0693	0.581
110	-0.230	0.816	0.063	0.845	0.847	-0.0739	0.587
115	-0.259	0.778	0.094	0.814	0.820	-0.0807	0.599
120	-0.275	0.721	0.122	0.762	0.771	-0.0834	0.609
125	-0.285	0.683	0.158	0.722	0.732	-0.0942	0.630
130	-0.323	0.632	0.158	0.692	0.710	-0.1050	0.652
135	-0.417	0.598	0.128	0.718	0.730	-0.1278	0.678
140	-0.420	0.538	0.142	0.667	0.682	-0.1294	0.694
145	-0.410	0.477	0.156	0.609	0.629	-0.1287	0.711
150	-0.372	0.414	0.173	0.529	0.557	-0.1203	0.727
155	-0.325	0.340	0.170	0.438	0.470	-0.1070	0.744
160	-0.273	0.277	0.167	0.351	0.389	-0.0953	0.771
165	-0.199	0.229	0.169	0.252	0.303	-0.0752	0.799
170	-0.124	0.186	0.161	0.155	0.224	-0.0473	0.806
175	-0.061	0.168	0.162	0.076	0.179	-0.0215	0.783
180	0.000	0.165	0.165	0.000	0.165	0.	

Tab. 5

Tab. 5.1: Frachtschiff 4500 tdw, beladen, Rumpf ohne Aufbauten

$$A_L = 0,0705, A_L/A_X = 4,58, 2A_L/L_{OA}^2 = 0,0843,$$

$$q/q_m = 1,125, R_n = 1,72 \cdot 10^6$$

ϵ	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_{FT}	c_N	$0,50-x_F/L_{OA}$
0	0.000	0.098	-0.098	0.000	0.098	0.	
10	0.132	0.107	-0.082	0.149	0.170	0.0433	0.209
20	0.205	0.152	-0.072	0.245	0.255	0.0796	0.175
30	0.261	0.247	-0.083	0.350	0.360	0.0835	0.261
40	0.281	0.340	-0.080	0.434	0.441	0.0956	0.280
45	0.292	0.393	-0.072	0.485	0.490	0.0977	0.299
50	0.298	0.455	-0.064	0.540	0.544	0.1046	0.306
60	0.253	0.573	-0.068	0.623	0.627	0.0956	0.346
70	0.183	0.649	-0.050	0.672	0.674	0.0814	0.379
80	0.067	0.731	-0.060	0.731	0.734	0.0607	0.417
90	-0.056	0.767	-0.056	0.767	0.769	0.0266	0.465
100	-0.177	0.731	-0.047	0.750	0.752	-0.0113	0.515
110	-0.278	0.680	-0.029	0.734	0.735	-0.0313	0.543
120	-0.337	0.587	0.002	0.677	0.677	-0.0434	0.564
130	-0.391	0.466	0.001	0.608	0.608	-0.0524	0.586
135	-0.416	0.416	-0.000	0.588	0.588	-0.0527	0.590
140	-0.424	0.371	0.011	0.563	0.564	-0.0596	0.606
150	-0.382	0.247	0.023	0.455	0.455	-0.0506	0.611
160	-0.267	0.146	0.046	0.301	0.304	-0.0415	0.638
170	-0.205	0.124	0.086	0.224	0.240	-0.0024	0.511
180	0.000	0.110	0.110	0.000	0.110	0.	

Tab. 5.2: $R_n = 2,43 \cdot 10^6$

ϵ	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_{FT}	c_N	$0,50-x_F/L_{OA}$
0	0.000	0.093	-0.093	0.000	0.093	0.	
5	0.084	0.089	-0.081	0.092	0.122	0.0211	0.270
10	0.138	0.097	-0.072	0.152	0.168	0.0424	0.222
15	0.160	0.101	-0.056	0.181	0.189	0.0662	0.134
20	0.202	0.138	-0.060	0.237	0.245	0.0811	0.158
30	0.256	0.240	-0.080	0.342	0.351	0.0843	0.253
40	0.295	0.305	-0.044	0.422	0.424	0.0766	0.319
45	0.306	0.385	-0.056	0.489	0.492	0.0960	0.304
50	0.309	0.443	-0.048	0.538	0.540	0.1004	0.313
60	0.264	0.559	-0.051	0.616	0.618	0.0972	0.342
70	0.176	0.638	-0.053	0.659	0.662	0.0912	0.362
80	0.070	0.712	-0.055	0.714	0.716	0.0663	0.407
90	-0.059	0.732	-0.059	0.732	0.734	0.0256	0.465
100	-0.183	0.725	-0.054	0.746	0.748	-0.0130	0.517
110	-0.273	0.669	-0.027	0.722	0.722	-0.0346	0.548
120	-0.323	0.576	0.008	0.660	0.660	-0.0467	0.571
130	-0.361	0.464	0.021	0.587	0.588	-0.0540	0.592
135	-0.372	0.400	0.020	0.546	0.547	-0.0553	0.601
140	-0.368	0.357	0.037	0.511	0.513	-0.0548	0.607
150	-0.326	0.247	0.051	0.406	0.409	-0.0539	0.633
160	-0.195	0.152	0.076	0.235	0.247	-0.0415	0.676
170	-0.143	0.112	0.085	0.160	0.181	-0.0058	0.536
180	0.000	0.104	0.104	0.000	0.104	0.	

Tab. 6.1

Tab. 6.1: Frachtschiff 4500 tdw, Ballast, Aufbau mittschiffs

$$A_L = 0,1391, A_L/A_X = 4,30, 2A_L/L_{OA}^2 = 0,1665,$$

$$q/q_m = 1,056, R_n = 1,72 \cdot 10^6$$

ϵ	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_{FT}	c_N	$0,50-x_F/L_{OA}$
0	0.000	0.167	-0.167	0.000	0.167	0.	
10	0.105	0.151	-0.130	0.130	0.184	0.0392	0.198
20	0.222	0.246	-0.155	0.293	0.332	0.0655	0.276
30	0.327	0.383	-0.168	0.475	0.504	0.0814	0.329
40	0.406	0.529	-0.145	0.651	0.667	0.0949	0.354
45	0.401	0.598	-0.139	0.706	0.720	0.1003	0.358
50	0.396	0.662	-0.122	0.761	0.771	0.1016	0.367
60	0.327	0.740	-0.087	0.805	0.809	0.0880	0.391
70	0.243	0.787	-0.041	0.823	0.824	0.0710	0.414
80	0.141	0.834	-0.006	0.846	0.846	0.0439	0.448
90	0.017	0.854	0.017	0.854	0.854	0.0093	0.489
100	-0.132	0.872	0.021	0.882	0.882	-0.0263	0.530
110	-0.258	0.796	0.030	0.836	0.836	-0.0417	0.550
120	-0.353	0.751	0.070	0.827	0.830	-0.0710	0.586
130	-0.394	0.643	0.111	0.746	0.754	-0.0850	0.614
135	-0.440	0.599	0.113	0.735	0.743	-0.0862	0.617
140	-0.440	0.538	0.129	0.683	0.695	-0.0858	0.626
150	-0.370	0.381	0.145	0.511	0.531	-0.0736	0.644
160	-0.269	0.236	0.129	0.333	0.357	-0.0564	0.669
170	-0.105	0.154	0.134	0.130	0.187	-0.0321	0.747
180	0.000	0.138	0.138	0.000	0.138	0.	

Tab. 6.2: Frachtschiff 4500 tdw, Ballast, Aufbau mittschiffs

$$A_L = 0,1391, A_L/A_X = 4,30, 2A_L/L_{OA}^2 = 0,1665,$$

$$q/q_m = 1,056, R_n = 2,42 \cdot 10^6$$

ϵ	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_{FT}	c_N	$0,50-x_F/L_{OA}$
0	0.000	0.160	-0.160	0.000	0.160	0.	
5	0.056	0.154	-0.149	0.069	0.164	0.0197	0.213
10	0.109	0.146	-0.125	0.133	0.182	0.0396	0.202
15	0.168	0.183	-0.133	0.210	0.248	0.0531	0.247
20	0.222	0.240	-0.149	0.291	0.327	0.0659	0.273
25	0.281	0.316	-0.168	0.388	0.423	0.0776	0.300
30	0.336	0.380	-0.161	0.481	0.507	0.0847	0.324
35	0.385	0.457	-0.153	0.577	0.597	0.0927	0.339
40	0.413	0.526	-0.137	0.655	0.669	0.0977	0.351
45	0.404	0.597	-0.136	0.708	0.721	0.1007	0.358
50	0.400	0.658	-0.116	0.761	0.770	0.1040	0.363
55	0.366	0.699	-0.102	0.783	0.789	0.0973	0.376
60	0.326	0.734	-0.085	0.799	0.803	0.0880	0.390
65	0.274	0.755	-0.071	0.800	0.803	0.0778	0.403
70	0.233	0.771	-0.045	0.805	0.806	0.0717	0.411
75	0.175	0.783	-0.034	0.802	0.803	0.0614	0.423
80	0.130	0.815	-0.014	0.825	0.825	0.0459	0.444
85	0.074	0.827	0.002	0.830	0.830	0.0314	0.462
90	0.001	0.848	0.001	0.848	0.848	0.0109	0.487
95	-0.075	0.853	-0.000	0.856	0.856	-0.0102	0.512
100	-0.134	0.834	0.013	0.845	0.845	-0.0273	0.532
105	-0.198	0.824	0.022	0.847	0.847	-0.0432	0.551
110	-0.255	0.804	0.036	0.843	0.843	-0.0566	0.567
115	-0.313	0.786	0.049	0.844	0.846	-0.0621	0.573
120	-0.350	0.747	0.070	0.822	0.825	-0.0702	0.585
125	-0.379	0.699	0.090	0.790	0.795	-0.0764	0.597
130	-0.402	0.645	0.107	0.753	0.760	-0.0846	0.612
135	-0.445	0.596	0.107	0.737	0.744	-0.0936	0.627
140	-0.443	0.536	0.126	0.683	0.695	-0.0870	0.627
145	-0.416	0.460	0.138	0.605	0.621	-0.0842	0.639
150	-0.374	0.380	0.142	0.514	0.533	-0.0761	0.648
155	-0.339	0.300	0.129	0.434	0.453	-0.0684	0.658
160	-0.281	0.235	0.125	0.344	0.366	-0.0564	0.664
165	-0.194	0.178	0.122	0.234	0.263	-0.0452	0.693
170	-0.103	0.152	0.132	0.128	0.184	-0.0304	0.738
175	-0.051	0.140	0.135	0.063	0.149	-0.0152	0.741
180	0.000	0.137	0.137	0.000	0.137	0.	

Tab. 7.1: Frachtschiff 4500 tdw, Ballast, Aufbau hinten

$$A_L = 0,1385, A_L/A_X = 4,18, 2A_L/L_{OA}^2 = 0,1657,$$

$$q/q_m = 1,056, R_n = 1,72 \cdot 10^6$$

ϵ	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_{FT}	c_N	$0,50-x_F/L_{OA}$
0	0.000	0.154	-0.154	0.000	0.154	0.	
10	0.099	0.163	-0.143	0.125	0.191	0.0278	0.279
20	0.223	0.267	-0.175	0.301	0.348	0.0427	0.358
30	0.337	0.397	-0.176	0.491	0.521	0.0477	0.403
40	0.427	0.549	-0.146	0.680	0.696	0.0554	0.419
45	0.420	0.612	-0.135	0.730	0.742	0.0642	0.412
50	0.412	0.669	-0.115	0.777	0.786	0.0629	0.419
60	0.343	0.741	-0.073	0.813	0.816	0.0568	0.430
70	0.250	0.796	-0.037	0.834	0.835	0.0380	0.454
80	0.147	0.838	-0.000	0.851	0.851	0.0208	0.476
90	-0.011	0.889	-0.011	0.889	0.889	-0.0321	0.536
100	-0.144	0.896	0.013	0.908	0.908	-0.0679	0.575
110	-0.253	0.828	0.045	0.864	0.866	-0.0883	0.602
120	-0.326	0.738	0.087	0.802	0.807	-0.1014	0.627
130	-0.382	0.626	0.110	0.725	0.733	-0.1139	0.657
135	-0.402	0.562	0.113	0.681	0.691	-0.1168	0.671
140	-0.419	0.505	0.117	0.645	0.656	-0.1205	0.687
150	-0.389	0.402	0.153	0.538	0.559	-0.0996	0.685
160	-0.282	0.244	0.133	0.348	0.373	-0.0957	0.775
170	-0.119	0.147	0.124	0.142	0.189	-0.0498	0.849
180	0.000	0.126	0.126	0.000	0.126	0.	

Tab. 7.2: Frachtschiff 4500 tdw, Ballast, Aufbau hinten

$$A_L = 0,1385, A_L/A_X = 4,18, 2A_L/L_{OA}^2 = 0,1657,$$

$$q/q_m = 1,056, R_n = 2,41 \cdot 10^6$$

ϵ	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_{FT}	c_N	$0,50-x_F/L_{OA}$
0	0.000	0.147	-0.147	0.000	0.147	0.	
5	0.056	0.154	-0.148	0.069	0.163	0.0123	0.321
10	0.104	0.160	-0.140	0.131	0.191	0.0286	0.281
15	0.166	0.210	-0.160	0.215	0.268	0.0381	0.322
20	0.229	0.270	-0.176	0.307	0.354	0.0443	0.356
25	0.285	0.339	-0.187	0.402	0.443	0.0473	0.382
30	0.343	0.407	-0.181	0.501	0.533	0.0503	0.400
35	0.407	0.475	-0.156	0.605	0.625	0.0524	0.413
40	0.434	0.555	-0.147	0.689	0.705	0.0592	0.414
45	0.426	0.613	-0.132	0.734	0.746	0.0605	0.418
50	0.416	0.672	-0.113	0.782	0.790	0.0646	0.417
55	0.386	0.720	-0.097	0.811	0.817	0.0595	0.427
60	0.345	0.753	-0.078	0.825	0.829	0.0560	0.432
65	0.290	0.757	-0.058	0.808	0.811	0.0440	0.446
70	0.246	0.773	-0.033	0.811	0.812	0.0362	0.455
75	0.194	0.807	-0.021	0.830	0.830	0.0318	0.462
80	0.133	0.830	-0.013	0.840	0.841	0.0228	0.473
85	0.064	0.852	-0.010	0.854	0.855	-0.0057	0.507
90	-0.017	0.866	-0.017	0.866	0.867	-0.0256	0.530
95	-0.084	0.889	-0.006	0.892	0.893	-0.0500	0.556
100	-0.142	0.874	0.012	0.885	0.885	-0.0697	0.579
105	-0.189	0.831	0.033	0.851	0.852	-0.0783	0.592
110	-0.246	0.794	0.040	0.830	0.831	-0.0886	0.607
115	-0.293	0.786	0.066	0.836	0.839	-0.0899	0.608
120	-0.320	0.729	0.087	0.792	0.796	-0.0965	0.622
125	-0.345	0.686	0.111	0.760	0.768	-0.1060	0.639
130	-0.380	0.634	0.117	0.730	0.739	-0.1134	0.655
135	-0.406	0.573	0.118	0.693	0.703	-0.1176	0.670
140	-0.395	0.504	0.132	0.626	0.640	-0.1143	0.683
145	-0.388	0.441	0.139	0.571	0.588	-0.1156	0.702
150	-0.369	0.380	0.145	0.510	0.530	-0.1139	0.724
155	-0.349	0.313	0.136	0.449	0.469	-0.1102	0.746
160	-0.297	0.243	0.127	0.362	0.384	-0.0974	0.769
165	-0.207	0.191	0.130	0.250	0.282	-0.0765	0.806
170	-0.118	0.150	0.127	0.142	0.191	-0.0506	0.856
175	-0.056	0.132	0.126	0.068	0.143	-0.0249	0.866
180	0.000	0.129	0.129	0.000	0.129	0.	

Tab. 8.1: Frachtschiff 4500 tdw, Ballast, Rumpf ohne Aufbauten

$$A_L = 0,1046, A_L/A_X = 5,14, 2A_L/L_{OA}^2 = 0,1251,$$

$$q/q_m = 1,079, R_n = 1,72 \cdot 10^6$$

ϵ	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_{FT}	c_N	$0,50-x_F/L_{OA}$
0	0.000	0.095	-0.095	0.000	0.095	0.	
10	0.140	0.108	-0.082	0.157	0.177	0.0415	0.235
20	0.242	0.180	-0.086	0.289	0.302	0.0839	0.210
30	0.337	0.303	-0.094	0.443	0.453	0.0947	0.286
40	0.399	0.468	-0.101	0.607	0.615	0.1102	0.318
45	0.411	0.541	-0.092	0.673	0.680	0.1206	0.321
50	0.398	0.606	-0.085	0.720	0.725	0.1277	0.323
60	0.324	0.731	-0.085	0.795	0.799	0.1219	0.347
70	0.239	0.801	-0.050	0.834	0.836	0.0971	0.384
80	0.133	0.842	-0.016	0.853	0.853	0.0687	0.419
90	-0.034	0.867	-0.034	0.867	0.868	0.0259	0.470
100	-0.186	0.861	-0.033	0.880	0.881	-0.0194	0.522
110	-0.307	0.803	-0.014	0.859	0.859	-0.0473	0.555
120	-0.390	0.700	0.012	0.802	0.802	-0.0767	0.596
130	-0.464	0.594	0.027	0.754	0.754	-0.0885	0.617
135	-0.452	0.500	0.033	0.673	0.674	-0.0869	0.629
140	-0.449	0.428	0.039	0.619	0.620	-0.0896	0.645
150	-0.367	0.284	0.062	0.460	0.464	-0.0752	0.663
160	-0.220	0.153	0.069	0.259	0.268	-0.0596	0.730
170	-0.114	0.110	0.088	0.131	0.158	-0.0169	0.629
180	0.000	0.093	0.093	0.000	0.093	0.	

Tab. 8.2: $R_n = 2,43 \cdot 10^6$

ϵ	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_{FT}	c_N	$0,50-x_F/L_{OA}$
0	0.000	0.087	-0.087	0.000	0.087	0.	
5	0.080	0.090	-0.083	0.087	0.120	0.0232	0.233
10	0.142	0.105	-0.079	0.158	0.177	0.0432	0.227
15	0.191	0.128	-0.074	0.218	0.230	0.0654	0.200
20	0.246	0.173	-0.079	0.291	0.301	0.0855	0.206
30	0.343	0.303	-0.091	0.448	0.457	0.0969	0.284
40	0.411	0.468	-0.094	0.615	0.622	0.1135	0.316
45	0.415	0.541	-0.090	0.676	0.682	0.1250	0.315
50	0.401	0.607	-0.083	0.723	0.727	0.1305	0.320
60	0.326	0.710	-0.073	0.778	0.781	0.1185	0.348
70	0.239	0.775	-0.041	0.810	0.811	0.0941	0.384
80	0.138	0.846	-0.011	0.857	0.857	0.0709	0.417
90	-0.032	0.861	-0.032	0.861	0.863	0.0271	0.469
100	-0.184	0.817	-0.039	0.836	0.837	-0.0158	0.519
110	-0.301	0.765	-0.021	0.822	0.822	-0.0520	0.563
120	-0.395	0.699	0.007	0.802	0.802	-0.0778	0.597
130	-0.459	0.587	0.026	0.745	0.745	-0.0907	0.622
135	-0.454	0.496	0.029	0.672	0.673	-0.0870	0.629
140	-0.455	0.424	0.032	0.621	0.622	-0.0897	0.644
150	-0.366	0.280	0.059	0.457	0.461	-0.0752	0.664
160	-0.225	0.147	0.061	0.262	0.269	-0.0580	0.721
170	-0.120	0.103	0.081	0.136	0.158	-0.0142	0.604
180	0.000	0.089	0.089	0.000	0.089	0.	

Tab. 9.1

Tab. 9.1: Tanker 50 000 tdw, beladen, mit Brücke

$$A_L = 0,056, A_L/A_X = 3,98, 2A_L/L_{OA}^2 = 0,0752,$$

$$q/q_m = 1,152, R_n = 1,63 \cdot 10^6$$

e	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_{FT}	c_N	$0,50-x_F/L_{OA}$
0	0.000	0.237	-0.237	0.000	0.237	0.	
10	0.088	0.258	-0.239	0.132	0.273	0.0216	0.337
20	0.152	0.322	-0.251	0.253	0.356	0.0264	0.396
30	0.177	0.421	-0.276	0.364	0.457	0.0402	0.389
40	0.198	0.531	-0.279	0.493	0.566	0.0301	0.439
45	0.209	0.587	-0.268	0.563	0.623	0.0262	0.454
50	0.205	0.630	-0.248	0.614	0.662	0.0221	0.464
60	0.177	0.686	-0.190	0.683	0.709	0.0225	0.467
70	0.142	0.697	-0.105	0.703	0.711	0.0073	0.490
80	0.081	0.679	-0.038	0.683	0.684	-0.0037	0.505
90	0.018	0.637	0.018	0.637	0.637	-0.0128	0.520
100	-0.074	0.605	0.032	0.609	0.610	-0.0283	0.546
110	-0.166	0.612	0.053	0.632	0.634	-0.0413	0.565
120	-0.244	0.609	0.093	0.649	0.656	-0.0654	0.601
130	-0.269	0.563	0.156	0.604	0.623	-0.0723	0.620
135	-0.258	0.524	0.188	0.553	0.584	-0.0747	0.635
140	-0.234	0.481	0.218	0.488	0.535	-0.0751	0.654
150	-0.180	0.396	0.253	0.354	0.435	-0.0713	0.701
160	-0.134	0.294	0.230	0.227	0.323	-0.0568	0.750
170	-0.057	0.244	0.230	0.098	0.250	-0.0266	0.772
180	0.000	0.219	0.219	0.000	0.219	0.	

Tab. 9.2: Tanker 50 000 tdw, beladen, mit Brücke

$$A_L = 0,056, A_L/A_X = 3,98, 2A_L/L_{OA}^2 = 0,0752,$$

$$q/q_m = 1,152, R_n = 2,29 \cdot 10^6$$

ϵ	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_{FT}	c_N	$0,50-x_F/L_{OA}$
0	0.000	0.228	-0.228	0.000	0.228	0.	
5	0.035	0.249	-0.245	0.057	0.252	0.0139	0.257
10	0.076	0.248	-0.231	0.118	0.259	0.0258	0.281
15	0.113	0.274	-0.236	0.180	0.297	0.0293	0.337
20	0.147	0.318	-0.249	0.247	0.351	0.0307	0.375
25	0.161	0.371	-0.269	0.303	0.405	0.0289	0.404
30	0.173	0.416	-0.273	0.358	0.450	0.0369	0.397
35	0.189	0.460	-0.268	0.419	0.497	0.0318	0.424
40	0.202	0.515	-0.265	0.485	0.553	0.0289	0.440
45	0.212	0.570	-0.253	0.553	0.608	0.0282	0.449
50	0.205	0.603	-0.231	0.594	0.637	0.0252	0.458
55	0.198	0.639	-0.204	0.637	0.669	0.0276	0.457
60	0.180	0.663	-0.175	0.665	0.687	0.0235	0.465
65	0.163	0.686	-0.142	0.691	0.705	0.0182	0.474
70	0.136	0.690	-0.108	0.695	0.703	0.0116	0.483
75	0.110	0.693	-0.074	0.698	0.702	0.0007	0.499
80	0.081	0.669	-0.036	0.673	0.674	-0.0016	0.502
85	0.051	0.649	-0.005	0.651	0.651	-0.0094	0.514
90	0.018	0.626	0.018	0.626	0.626	-0.0150	0.524
95	-0.012	0.605	0.040	0.604	0.605	-0.0196	0.532
100	-0.076	0.605	0.030	0.609	0.610	-0.0283	0.546
105	-0.111	0.601	0.048	0.610	0.612	-0.0305	0.550
110	-0.166	0.614	0.054	0.634	0.636	-0.0424	0.567
115	-0.205	0.609	0.071	0.638	0.642	-0.0567	0.589
120	-0.251	0.601	0.083	0.646	0.652	-0.0654	0.601
125	-0.272	0.582	0.111	0.633	0.643	-0.0689	0.609
130	-0.271	0.552	0.147	0.597	0.615	-0.0658	0.610
135	-0.258	0.513	0.180	0.545	0.574	-0.0748	0.637
140	-0.230	0.476	0.217	0.482	0.529	-0.0762	0.658
145	-0.209	0.432	0.234	0.419	0.479	-0.0689	0.665
150	-0.188	0.387	0.242	0.356	0.430	-0.0659	0.685
155	-0.177	0.331	0.225	0.300	0.375	-0.0685	0.728
160	-0.131	0.283	0.221	0.220	0.312	-0.0547	0.749
165	-0.083	0.265	0.235	0.149	0.278	-0.0439	0.795
170	-0.041	0.241	0.230	0.082	0.244	-0.0288	0.852
175	-0.021	0.212	0.209	0.040	0.213	-0.0137	0.843
180	0.000	0.212	0.212	0.000	0.212	0.	

Tab. 10.1: Tanker 50 000 tdw, beladen, Aufbau hinten

$$A_L = 0,056, A_L/A_X = 3,37, 2A_L/L_{OA}^2 = 0,0752,$$

$$q/q_m = 1,152, R_n = 1,64 \cdot 10^6$$

ϵ	c_G	c_D	c_X	c_Y	c_{FT}	c_N	$0,50-x_F/L_{OA}$
0	0.000	0.283	-0.283	0.000	0.283	0.	
10	0.071	0.244	-0.228	0.112	0.254	0.0171	0.348
20	0.096	0.297	-0.247	0.191	0.312	0.0328	0.329
30	0.159	0.389	-0.257	0.332	0.420	0.0247	0.426
40	0.187	0.478	-0.245	0.451	0.513	0.0144	0.468
45	0.205	0.509	-0.215	0.505	0.549	0.0081	0.484
50	0.209	0.548	-0.193	0.554	0.587	-0.0025	0.505
60	0.195	0.619	-0.141	0.633	0.649	-0.0107	0.517
70	0.156	0.647	-0.075	0.662	0.666	-0.0149	0.522
80	0.088	0.665	-0.028	0.670	0.671	-0.0257	0.538
90	-0.028	0.676	-0.028	0.676	0.676	-0.0365	0.554
100	-0.117	0.669	0.001	0.679	0.679	-0.0453	0.567
110	-0.187	0.661	0.050	0.686	0.688	-0.0672	0.598
120	-0.251	0.637	0.101	0.677	0.684	-0.0957	0.641
130	-0.294	0.580	0.148	0.633	0.650	-0.1093	0.673
135	-0.294	0.538	0.173	0.588	0.613	-0.1096	0.686
140	-0.279	0.495	0.200	0.532	0.569	-0.1055	0.698
150	-0.226	0.386	0.221	0.389	0.447	-0.0910	0.734
160	-0.124	0.297	0.237	0.218	0.322	-0.0677	0.810
170	-0.046	0.258	0.246	0.090	0.262	-0.0317	0.852
180	0.000	0.237	0.237	0.000	0.237	0.	

Tab. 10.2: Tanker 50 000 tdw, beladen, Aufbau hinten

$$A_L = 0,056, A_L/A_X = 3,37, 2A_L/L_{OA}^2 = 0,0752,$$

$$q/q_m = 1,152, R_n = 2,29 \cdot 10^6$$

ϵ	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_{FT}	c_N	$0,50-x_F/L_{OA}$
0	0.000	0.267	-0.267	0.000	0.267	0.	
5	0.067	0.235	-0.228	0.087	0.245	0.0072	0.418
10	0.083	0.228	-0.210	0.121	0.243	0.0202	0.333
15	0.103	0.253	-0.218	0.165	0.273	0.0248	0.349
20	0.110	0.288	-0.233	0.202	0.308	0.0338	0.332
25	0.120	0.317	-0.236	0.243	0.339	0.0362	0.351
30	0.156	0.370	-0.242	0.320	0.401	0.0257	0.420
35	0.180	0.414	-0.236	0.385	0.451	0.0205	0.447
40	0.193	0.456	-0.226	0.441	0.495	0.0165	0.463
45	0.203	0.497	-0.208	0.495	0.537	0.0091	0.482
50	0.209	0.536	-0.185	0.545	0.575	0.0007	0.499
55	0.209	0.578	-0.161	0.593	0.615	-0.0056	0.509
60	0.202	0.608	-0.130	0.628	0.641	-0.0130	0.521
65	0.184	0.637	-0.102	0.655	0.663	-0.0128	0.520
70	0.157	0.651	-0.075	0.665	0.670	-0.0170	0.526
75	0.131	0.661	-0.045	0.673	0.674	-0.0191	0.528
80	0.092	0.674	-0.026	0.680	0.680	-0.0223	0.533
85	0.050	0.677	-0.010	0.679	0.679	-0.0245	0.536
90	-0.021	0.669	-0.021	0.669	0.669	-0.0366	0.555
95	-0.074	0.665	-0.016	0.669	0.669	-0.0431	0.564
100	-0.120	0.660	-0.004	0.671	0.671	-0.0486	0.573
105	-0.156	0.653	0.019	0.671	0.671	-0.0552	0.582
110	-0.182	0.651	0.052	0.674	0.676	-0.0651	0.598
115	-0.221	0.644	0.072	0.677	0.681	-0.0826	0.622
120	-0.264	0.644	0.094	0.689	0.696	-0.1000	0.645
125	-0.285	0.615	0.120	0.668	0.678	-0.1046	0.657
130	-0.302	0.577	0.139	0.636	0.651	-0.1115	0.675
135	-0.294	0.541	0.175	0.590	0.616	-0.1139	0.693
140	-0.278	0.490	0.197	0.528	0.563	-0.1088	0.706
145	-0.258	0.440	0.213	0.464	0.511	-0.1026	0.721
150	-0.226	0.380	0.216	0.386	0.443	-0.0944	0.744
155	-0.186	0.327	0.218	0.307	0.376	-0.0838	0.773
160	-0.134	0.292	0.228	0.226	0.321	-0.0666	0.795
165	-0.074	0.262	0.234	0.140	0.272	-0.0461	0.830
170	-0.046	0.248	0.236	0.088	0.252	-0.0331	0.876
175	-0.012	0.232	0.230	0.032	0.232	-0.0125	0.891
180	0.000	0.232	0.232	0.000	0.232	0.	

Tab. 11.1: Tanker 50 000 tdw, Ballast, mit Brücke

$$A_L = 0,0840, A_L/A_X = 4,63, 2A_L/L_{OA}^2 = 0,1129,$$

$$q/q_m = 1,096, R_n = 1,64 \cdot 10^6$$

ϵ	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_{FT}	c_N	$0,50-x_F/L_{OA}$
0	0.000	0.160	-0.160	0.000	0.160	0.	
10	0.104	0.172	-0.151	0.132	0.201	0.0318	0.259
20	0.181	0.240	-0.164	0.253	0.301	0.0454	0.320
30	0.240	0.346	-0.180	0.381	0.422	0.0564	0.352
40	0.276	0.457	-0.173	0.505	0.534	0.0615	0.378
45	0.276	0.514	-0.168	0.558	0.583	0.0649	0.384
50	0.273	0.561	-0.151	0.605	0.624	0.0623	0.397
55	0.266	0.584	-0.117	0.631	0.642	0.0596	0.406
60	0.254	0.631	-0.095	0.674	0.681	0.0570	0.415
70	0.207	0.672	-0.035	0.702	0.703	0.0442	0.437
80	0.125	0.681	0.005	0.692	0.692	0.0268	0.461
90	-0.009	0.676	-0.009	0.676	0.676	-0.0023	0.503
100	-0.139	0.655	-0.023	0.669	0.670	-0.0330	0.549
110	-0.221	0.636	0.009	0.674	0.674	-0.0506	0.575
120	-0.266	0.582	0.060	0.637	0.640	-0.0699	0.610
130	-0.295	0.514	0.105	0.583	0.592	-0.0689	0.618
135	-0.287	0.471	0.130	0.536	0.552	-0.0721	0.634
140	-0.269	0.415	0.145	0.472	0.494	-0.0726	0.654
150	-0.240	0.323	0.159	0.370	0.402	-0.0713	0.694
160	-0.158	0.217	0.150	0.222	0.268	-0.0566	0.754
170	-0.054	0.156	0.144	0.000	0.165	-0.0300	0.884
180	0.127	0.127	0.000	0.127	0.0000		

Tab. 11.2: Tanker 50 000 tdw, Ballast, mit Brücke

$$A_L = 0,0840, A_L/A_X = 4,63, 2A_L/L_{OA}^2 = 0,1129,$$

$$q/q_m = 1,096, R_n = 2,31 \cdot 10^6$$

ϵ	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_{FT}	c_N	$0,50-x_F/L_{OA}$
0	0.000	0.152	-0.152	0.000	0.152	0.	
5	0.053	0.165	-0.160	0.067	0.173	0.0158	0.265
10	0.104	0.163	-0.142	0.130	0.193	0.0288	0.279
15	0.148	0.192	-0.147	0.193	0.243	0.0370	0.308
20	0.187	0.233	-0.155	0.256	0.299	0.0439	0.328
25	0.221	0.278	-0.158	0.318	0.355	0.0500	0.343
30	0.243	0.337	-0.170	0.379	0.415	0.0592	0.344
35	0.254	0.396	-0.178	0.436	0.471	0.0553	0.373
40	0.273	0.449	-0.168	0.498	0.526	0.0593	0.381
45	0.276	0.502	-0.160	0.550	0.573	0.0662	0.380
50	0.269	0.548	-0.146	0.592	0.610	0.0644	0.391
55	0.264	0.586	-0.120	0.631	0.642	0.0603	0.404
60	0.252	0.627	-0.095	0.669	0.676	0.0570	0.415
65	0.233	0.644	-0.061	0.683	0.685	0.0535	0.422
70	0.212	0.674	-0.031	0.706	0.706	0.0428	0.439
75	0.173	0.688	-0.011	0.709	0.709	0.0342	0.452
80	0.125	0.693	0.003	0.704	0.704	0.0284	0.460
85	0.059	0.687	-0.001	0.689	0.689	0.0131	0.481
90	-0.016	0.686	-0.017	0.686	0.686	-0.0051	0.507
95	-0.079	0.672	-0.020	0.676	0.676	-0.0198	0.529
100	-0.143	0.660	-0.026	0.674	0.675	-0.0329	0.549
105	-0.185	0.643	-0.012	0.669	0.669	-0.0432	0.565
110	-0.221	0.633	0.008	0.670	0.670	-0.0513	0.577
115	-0.250	0.620	0.036	0.667	0.668	-0.0609	0.591
120	-0.266	0.587	0.063	0.641	0.644	-0.0669	0.604
125	-0.290	0.551	0.079	0.618	0.623	-0.0716	0.616
130	-0.291	0.510	0.105	0.578	0.587	-0.0711	0.623
135	-0.290	0.470	0.127	0.537	0.552	-0.0743	0.638
140	-0.280	0.418	0.140	0.484	0.504	-0.0747	0.654
145	-0.266	0.365	0.146	0.428	0.452	-0.0758	0.677
150	-0.245	0.315	0.150	0.370	0.399	-0.0726	0.696
155	-0.212	0.262	0.147	0.303	0.337	-0.0679	0.724
160	-0.163	0.214	0.145	0.226	0.269	-0.0602	0.766
165	-0.107	0.176	0.142	0.149	0.206	-0.0474	0.818
170	-0.058	0.147	0.135	0.082	0.158	-0.0316	0.884
175	-0.031	0.121	0.118	0.042	0.125	-0.0144	0.843
180	0.000	0.120	0.120	0.000	0.120	0.	

Tab. 12.1

Tab. 12.1: Tanker 50 000 tdw, Ballast, Aufbau hinten

$$A_L = 0,0841, A_L/A_X = 4,06, 2A_L/L_{OA}^2 = 0,1129,$$

$$q/q_m = 1,096, R_n = 1,63 \cdot 10^6$$

ϵ	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_{FT}	c_N	$0,50-x_F/L_{OA}$
0	0.000	0.196	-0.196	0.000	0.196	0.	
10	0.094	0.167	-0.148	0.122	0.192	0.0260	0.287
20	0.174	0.245	-0.171	0.248	0.301	0.0396	0.340
30	0.238	0.320	-0.159	0.366	0.399	0.0431	0.382
40	0.278	0.433	-0.153	0.492	0.515	0.0381	0.423
45	0.287	0.481	-0.137	0.543	0.560	0.0355	0.435
50	0.285	0.521	-0.116	0.582	0.594	0.0286	0.451
60	0.257	0.610	-0.083	0.657	0.662	0.0205	0.469
70	0.207	0.655	-0.029	0.686	0.687	0.0194	0.472
80	0.115	0.686	-0.005	0.695	0.695	0.0094	0.486
90	-0.042	0.730	-0.042	0.730	0.732	-0.0208	0.528
100	-0.153	0.695	-0.030	0.711	0.712	-0.0487	0.568
110	-0.226	0.662	0.014	0.699	0.700	-0.0722	0.603
120	-0.259	0.594	0.072	0.644	0.648	-0.0945	0.647
130	-0.283	0.514	0.114	0.575	0.586	-0.0951	0.665
135	-0.290	0.471	0.128	0.538	0.553	-0.0983	0.683
140	-0.280	0.415	0.137	0.481	0.501	-0.0987	0.705
150	-0.259	0.306	0.136	0.378	0.401	-0.0908	0.740
160	-0.160	0.224	0.156	0.227	0.275	-0.0667	0.794
170	-0.071	0.165	0.150	0.098	0.180	-0.0308	0.814
180	0.000	0.151	0.151	0.000	0.151	0.	

Tab. 12.2: Tanker 50 000 tdw, Ballast, Aufbau hinten

$$A_L = 0,0841, A_L/A_X = 4,06, 2A_L/L_{OA}^2 = 0,1129,$$

$$q/q_m = 1,096, R_n = 2,30 \cdot 10^6$$

ϵ	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_{FT}	c_N	$0,50-x_F/L_{OA}$
0	0.000	0.186	-0.186	0.000	0.186	0.	
5	0.066	0.167	-0.161	0.080	0.180	0.0129	0.340
10	0.091	0.157	-0.139	0.117	0.181	0.0266	0.272
15	0.126	0.196	-0.156	0.172	0.233	0.0378	0.281
20	0.174	0.234	-0.161	0.244	0.292	0.0403	0.335
25	0.212	0.257	-0.143	0.301	0.333	0.0455	0.349
30	0.238	0.306	-0.146	0.359	0.388	0.0444	0.376
35	0.257	0.368	-0.154	0.421	0.448	0.0405	0.404
40	0.277	0.425	-0.148	0.485	0.507	0.0388	0.420
45	0.282	0.479	-0.140	0.538	0.556	0.0377	0.430
50	0.280	0.516	-0.117	0.575	0.587	0.0300	0.448
55	0.269	0.557	-0.100	0.610	0.619	0.0252	0.459
60	0.254	0.601	-0.080	0.648	0.652	0.0204	0.468
65	0.233	0.627	-0.053	0.667	0.669	0.0163	0.476
70	0.204	0.648	-0.030	0.679	0.679	0.0150	0.478
75	0.164	0.671	-0.016	0.691	0.691	0.0180	0.474
80	0.115	0.687	-0.006	0.696	0.696	0.0116	0.483
85	0.059	0.710	-0.003	0.713	0.713	0.0031	0.496
90	-0.049	0.730	-0.049	0.730	0.732	-0.0208	0.528
95	-0.106	0.719	-0.043	0.725	0.726	-0.0340	0.547
100	-0.155	0.699	-0.032	0.715	0.716	-0.0479	0.567
105	-0.198	0.679	-0.016	0.707	0.707	-0.0590	0.583
110	-0.226	0.657	0.012	0.695	0.695	-0.0722	0.604
115	-0.249	0.629	0.041	0.675	0.676	-0.0841	0.625
120	-0.266	0.598	0.069	0.651	0.655	-0.0945	0.645
125	-0.274	0.556	0.094	0.613	0.620	-0.0948	0.655
130	-0.289	0.516	0.111	0.581	0.591	-0.0994	0.671
135	-0.290	0.470	0.127	0.537	0.552	-0.1005	0.687
140	-0.289	0.419	0.136	0.491	0.509	-0.1016	0.707
145	-0.287	0.370	0.138	0.448	0.468	-0.1020	0.728
150	-0.264	0.312	0.138	0.385	0.409	-0.0929	0.742
155	-0.223	0.262	0.143	0.312	0.343	-0.0810	0.759
160	-0.167	0.216	0.145	0.231	0.273	-0.0660	0.786
165	-0.104	0.185	0.152	0.148	0.212	-0.0503	0.840
170	-0.053	0.159	0.147	0.080	0.168	-0.0330	0.913
175	-0.021	0.150	0.147	0.034	0.151	-0.0127	0.856
180	0.000	0.147	0.147	0.000	0.147	0.	

Tab. 13

Tab. 13: Tanker 50 000 tdw, Ballast, mit Brücke,
ohne Laufbrücke, Rohrleitungen usw.

$$A_L = 0,0787, A_L/A_X = 4,43, 2A_L/L_{OA}^2 = 0,1058,$$

$$q/q_m = 1,102, R_n = 2,30 \cdot 10^6$$

ϵ	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_{FT}	c_N	$0,50-x_F/L_{OA}$
0	0.000	0.167	-0.167	0.000	0.167	0.	
10	0.116	0.186	-0.163	0.146	0.219	0.0293	0.300
20	0.204	0.245	-0.161	0.275	0.319	0.0430	0.344
30	0.257	0.343	-0.169	0.394	0.429	0.0561	0.358
40	0.282	0.459	-0.171	0.511	0.539	0.0570	0.389
45	0.287	0.516	-0.162	0.567	0.590	0.0644	0.387
50	0.282	0.572	-0.152	0.620	0.638	0.0640	0.397
60	0.262	0.637	-0.092	0.682	0.688	0.0528	0.423
70	0.226	0.697	-0.026	0.732	0.733	0.0377	0.448
80	0.138	0.720	0.011	0.733	0.733	0.0208	0.472
90	-0.008	0.707	-0.008	0.707	0.707	-0.0057	0.508
100	-0.133	0.679	-0.013	0.692	0.692	-0.0354	0.551
110	-0.226	0.640	0.006	0.679	0.679	-0.0520	0.577
120	-0.282	0.579	0.045	0.642	0.644	-0.0703	0.609
130	-0.316	0.512	0.087	0.595	0.601	-0.0777	0.631
135	-0.314	0.468	0.108	0.553	0.564	-0.0788	0.643
140	-0.304	0.419	0.125	0.502	0.518	-0.0815	0.662
150	-0.289	0.313	0.127	0.407	0.426	-0.0761	0.687
160	-0.184	0.208	0.132	0.244	0.277	-0.0645	0.765
170	-0.078	0.148	0.132	0.103	0.167	-0.0346	0.836
180	0.000	0.127	0.127	0.000	0.127	0.	

und Aufbaudeck unter der Brücke

$$A_L = 0,0685, A_L/A_X = 5,45, 2A_L/L_{OA}^2 = 0,0920,$$

$$q/q_m = 1,121, R_n = 1,62 \cdot 10^6$$

ϵ	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_{FT}	c_N	$0,50-x_F/L_{OA}$
0	0.000	0.107	-0.107	0.000	0.107	0.	
10	0.116	0.113	-0.091	0.134	0.162	0.0312	0.232
20	0.211	0.139	-0.058	0.246	0.253	0.0617	0.249
30	0.278	0.211	-0.044	0.346	0.349	0.0712	0.294
40	0.304	0.330	-0.057	0.445	0.448	0.0774	0.326
45	0.318	0.390	-0.051	0.501	0.504	0.0761	0.348
50	0.309	0.448	-0.051	0.542	0.545	0.0622	0.385
60	0.260	0.547	-0.048	0.604	0.605	0.0594	0.402
70	0.200	0.628	-0.027	0.658	0.659	0.0528	0.420
80	0.093	0.691	-0.029	0.697	0.697	0.0354	0.449
90	-0.026	0.703	-0.026	0.703	0.703	0.0141	0.480
100	-0.133	0.674	-0.014	0.687	0.687	-0.0111	0.516
110	-0.211	0.616	0.012	0.651	0.651	-0.0365	0.556
120	-0.269	0.547	0.040	0.608	0.609	-0.0549	0.590
130	-0.312	0.477	0.067	0.566	0.570	-0.0732	0.629
135	-0.347	0.440	0.065	0.556	0.560	-0.0789	0.642
140	-0.344	0.385	0.073	0.511	0.516	-0.0739	0.645
150	-0.269	0.266	0.096	0.366	0.378	-0.0552	0.651
160	-0.168	0.168	0.100	0.215	0.237	-0.0345	0.660
170	-0.072	0.113	0.098	0.091	0.134	-0.0188	0.706
180	0.000	0.110	0.110	0.000	0.110	0.	

Tab. 14.2: $R_n = 2,29 \cdot 10^6$

ϵ	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_{FT}	c_N	$0,50-x_F/L_{OA}$
0	0.000	0.098	-0.098	0.000	0.098	0.	
10	0.121	0.098	-0.076	0.137	0.156	0.0329	0.260
20	0.211	0.132	-0.051	0.243	0.249	0.0572	0.265
30	0.269	0.202	-0.041	0.334	0.337	0.0675	0.298
40	0.307	0.327	-0.053	0.445	0.448	0.0756	0.330
45	0.309	0.385	-0.053	0.491	0.494	0.0760	0.345
50	0.304	0.431	-0.044	0.525	0.527	0.0674	0.372
60	0.260	0.535	-0.042	0.593	0.595	0.0593	0.400
70	0.195	0.613	-0.026	0.643	0.643	0.0509	0.421
80	0.090	0.684	-0.030	0.689	0.690	0.0381	0.445
90	-0.029	0.710	-0.029	0.710	0.711	0.0151	0.479
100	-0.134	0.671	-0.016	0.684	0.684	-0.0147	0.521
110	-0.217	0.619	0.008	0.656	0.656	-0.0347	0.553
120	-0.275	0.541	0.032	0.606	0.607	-0.0549	0.591
130	-0.322	0.469	0.054	0.566	0.569	-0.0715	0.626
135	-0.354	0.435	0.057	0.558	0.561	-0.0780	0.640
140	-0.356	0.388	0.068	0.522	0.526	-0.0757	0.645
150	-0.283	0.255	0.079	0.373	0.381	-0.0588	0.658
160	-0.181	0.162	0.090	0.225	0.243	-0.0345	0.653
170	-0.078	0.110	0.094	0.096	0.134	-0.0170	0.677
180	0.000	0.104	0.104	0.000	0.104	0.	

Tab. 15: Tanker 50 000 tdw, Ballast, 0,5° Trimm, mit Brücke

$$A_L = 0,0842, A_L/A_X = 4,56, 2A_L/L_{OA}^2 = 0,1131,$$

$$q/q_m = 1,096, R_n = 2,32 \cdot 10^6$$

ϵ	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_{FT}	c_N	$0,50-x_F/L_{OA}$
0	0.000	0.175	-0.175	0.000	0.175	0.	
5	0.040	0.181	-0.177	0.056	0.186	0.0217	0.111
10	0.088	0.182	-0.164	0.119	0.203	0.0384	0.176
15	0.129	0.201	-0.161	0.177	0.239	0.0458	0.241
20	0.173	0.242	-0.169	0.245	0.298	0.0526	0.286
25	0.216	0.299	-0.179	0.322	0.369	0.0603	0.313
30	0.245	0.363	-0.192	0.394	0.438	0.0688	0.325
35	0.252	0.428	-0.206	0.452	0.497	0.0670	0.352
40	0.263	0.480	-0.198	0.510	0.548	0.0689	0.365
45	0.268	0.533	-0.187	0.566	0.597	0.0758	0.366
50	0.268	0.587	-0.172	0.622	0.645	0.0748	0.380
55	0.268	0.632	-0.143	0.671	0.686	0.0722	0.392
60	0.253	0.675	-0.119	0.711	0.721	0.0674	0.405
65	0.236	0.712	-0.086	0.745	0.750	0.0583	0.422
70	0.207	0.729	-0.055	0.756	0.758	0.0577	0.424
75	0.166	0.736	-0.030	0.754	0.755	0.0446	0.441
80	0.115	0.720	-0.011	0.729	0.729	0.0373	0.449
85	0.049	0.714	-0.013	0.716	0.716	0.0249	0.465
90	-0.026	0.708	-0.026	0.708	0.709	0.0096	0.486
95	-0.093	0.685	-0.033	0.690	0.691	-0.0080	0.512
100	-0.153	0.682	-0.032	0.698	0.699	-0.0211	0.530
105	-0.201	0.673	-0.020	0.702	0.702	-0.0328	0.547
110	-0.238	0.653	-0.000	0.695	0.695	-0.0409	0.559
115	-0.261	0.628	0.029	0.680	0.680	-0.0491	0.572
120	-0.282	0.593	0.052	0.655	0.657	-0.0566	0.586
125	-0.303	0.567	0.077	0.639	0.643	-0.0612	0.596
130	-0.309	0.523	0.099	0.600	0.608	-0.0622	0.604
135	-0.299	0.479	0.127	0.550	0.564	-0.0654	0.619
140	-0.282	0.431	0.148	0.493	0.515	-0.0694	0.641
145	-0.266	0.374	0.154	0.432	0.459	-0.0669	0.655
150	-0.245	0.314	0.150	0.369	0.398	-0.0579	0.657
155	-0.221	0.282	0.162	0.320	0.359	-0.0604	0.689
160	-0.161	0.227	0.158	0.229	0.278	-0.0542	0.737
165	-0.112	0.196	0.161	0.159	0.226	-0.0428	0.770
170	-0.064	0.174	0.160	0.093	0.185	-0.0288	0.810
175	-0.029	0.153	0.150	0.043	0.156	-0.0119	0.780
180	0.000	0.156	0.156	0.000	0.156	0.	

Tab. 16: Tanker 50 000 tdw, Ballast, 0,5° Trimm, Aufbau hinten

$$A_L = 0,0842, A_L/A_X = 4,11, 2A_L/L_{OA}^2 = 0,1131,$$

$$q/q_m = 1,096, R_n = 2,32 \cdot 10^6$$

ϵ	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_{FT}	c_N	$0,50-x_F/L_{OA}$
0	0.000	0.211	-0.211	0.000	0.211	0.	
5	0.059	0.195	-0.189	0.076	0.204	0.0160	0.210
10	0.095	0.181	-0.162	0.125	0.205	0.0304	0.258
15	0.120	0.209	-0.171	0.170	0.241	0.0407	0.260
20	0.167	0.253	-0.181	0.243	0.303	0.0491	0.298
25	0.208	0.285	-0.170	0.309	0.353	0.0558	0.319
30	0.245	0.323	-0.158	0.374	0.406	0.0626	0.332
35	0.252	0.401	-0.184	0.436	0.474	0.0516	0.382
40	0.274	0.461	-0.177	0.506	0.536	0.0513	0.399
45	0.276	0.512	-0.166	0.557	0.582	0.0495	0.411
50	0.278	0.565	-0.150	0.611	0.629	0.0405	0.434
55	0.271	0.617	-0.133	0.661	0.674	0.0343	0.448
60	0.259	0.657	-0.105	0.699	0.707	0.0288	0.459
65	0.240	0.699	-0.078	0.735	0.739	0.0298	0.459
70	0.203	0.717	-0.054	0.744	0.746	0.0300	0.460
75	0.158	0.734	-0.038	0.750	0.751	0.0257	0.466
80	0.116	0.733	-0.013	0.742	0.742	0.0207	0.472
85	0.055	0.733	-0.009	0.735	0.735	0.0119	0.484
90	-0.045	0.746	-0.045	0.746	0.747	-0.0105	0.514
95	-0.105	0.734	-0.040	0.740	0.741	-0.0207	0.528
100	-0.155	0.714	-0.029	0.730	0.731	-0.0318	0.543
105	-0.198	0.689	-0.012	0.717	0.717	-0.0457	0.564
110	-0.226	0.659	0.013	0.696	0.696	-0.0590	0.585
115	-0.253	0.637	0.040	0.685	0.686	-0.0664	0.597
120	-0.263	0.605	0.074	0.655	0.659	-0.0812	0.624
125	-0.274	0.569	0.102	0.624	0.632	-0.0858	0.638
130	-0.283	0.527	0.122	0.586	0.598	-0.0890	0.652
135	-0.282	0.474	0.136	0.535	0.552	-0.0916	0.671
140	-0.283	0.425	0.143	0.490	0.511	-0.0920	0.688
145	-0.275	0.370	0.146	0.438	0.462	-0.0924	0.711
150	-0.249	0.322	0.154	0.377	0.407	-0.0862	0.729
155	-0.208	0.273	0.159	0.304	0.343	-0.0764	0.751
160	-0.151	0.236	0.171	0.222	0.280	-0.0600	0.770
165	-0.089	0.203	0.173	0.139	0.222	-0.0442	0.818
170	-0.041	0.182	0.172	0.072	0.187	-0.0284	0.894
175	-0.009	0.180	0.178	0.025	0.180	-0.0110	0.940
180	0.000	0.183	0.183	0.000	0.183	0.	

Tab. 17.1: Kühlschiff "Angelburg" 3700 tdw, vollst. Modell

$$A_L = 0,0945, A_L/A_X = 4,75, 2A_L/L_{OA}^2 = 0,1321,$$

$$q/q_m = 1,080, R_n = 1,60 \cdot 10^6$$

ϵ	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_{FT}	c_N	$0,50-x_F/L_{OA}$
0	0.000	0.180	-0.180	0.000	0.180	0.	
10	0.113	0.203	-0.181	0.147	0.233	0.0345	0.265
20	0.222	0.298	-0.204	0.310	0.371	0.0629	0.297
30	0.306	0.432	-0.221	0.481	0.529	0.0798	0.334
40	0.375	0.583	-0.205	0.662	0.693	0.0888	0.366
45	0.394	0.656	-0.185	0.742	0.765	0.0933	0.374
50	0.390	0.715	-0.161	0.798	0.814	0.0911	0.386
60	0.339	0.813	-0.113	0.874	0.881	0.0800	0.408
70	0.251	0.857	-0.057	0.891	0.893	0.0632	0.429
80	0.140	0.884	-0.015	0.895	0.895	0.0462	0.448
90	0.000	0.914	-0.000	0.914	0.914	0.0016	0.498
100	-0.132	0.907	0.028	0.916	0.917	-0.0288	0.531
110	-0.237	0.861	0.072	0.890	0.893	-0.0634	0.571
120	-0.323	0.763	0.102	0.822	0.828	-0.0629	0.576
130	-0.367	0.666	0.147	0.746	0.761	-0.0768	0.603
135	-0.379	0.601	0.157	0.693	0.711	-0.0786	0.613
140	-0.388	0.543	0.167	0.646	0.667	-0.0738	0.614
150	-0.298	0.407	0.203	0.461	0.504	-0.0629	0.636
160	-0.178	0.283	0.205	0.264	0.334	-0.0467	0.677
170	-0.067	0.216	0.201	0.104	0.226	-0.0261	0.751
180	0.000	0.184	0.184	0.000	0.184	0.	

Tab. 17.2: $R_n = 2,26 \cdot 10^6$

ϵ	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_{FT}	c_N	$0,50-x_F/L_{OA}$
0	0.000	0.172	-0.172	0.000	0.172	0.	
10	0.117	0.197	-0.174	0.150	0.229	0.0358	0.261
20	0.222	0.304	-0.210	0.313	0.376	0.0485	0.345
30	0.321	0.421	-0.204	0.488	0.529	0.0784	0.339
40	0.385	0.579	-0.197	0.667	0.695	0.0921	0.362
45	0.404	0.638	-0.165	0.737	0.755	0.0912	0.376
50	0.400	0.712	-0.151	0.803	0.817	0.1004	0.375
60	0.348	0.807	-0.102	0.873	0.879	0.0839	0.404
70	0.256	0.844	-0.049	0.881	0.882	0.0657	0.425
80	0.145	0.871	-0.009	0.883	0.883	0.0402	0.454
90	0.002	0.903	0.002	0.903	0.903	0.0081	0.491
100	-0.119	0.914	0.041	0.920	0.921	-0.0327	0.536
110	-0.228	0.868	0.082	0.893	0.897	-0.0594	0.567
120	-0.316	0.767	0.109	0.822	0.830	-0.0734	0.589
130	-0.361	0.657	0.145	0.736	0.750	-0.0841	0.614
135	-0.373	0.601	0.161	0.689	0.708	-0.0799	0.616
140	-0.407	0.521	0.138	0.646	0.661	-0.0772	0.620
150	-0.291	0.394	0.196	0.449	0.490	-0.0656	0.646
160	-0.175	0.266	0.190	0.255	0.318	-0.0481	0.688
170	-0.071	0.201	0.186	0.105	0.213	-0.0262	0.750
180	0.000	0.170	0.170	0.000	0.170	0.	

Tab. 18.1: Kühlschiff "Angelburg" 3700 tdw, ohne Sonnensegel usw.

$$A_L = 0,0945, A_L/A_X = 4,75, 2A_L/L_{OA}^2 = 0,1321,$$

$$q/q_m = 1,080, R_n = 1,60 \cdot 10^6$$

ϵ	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_{FT}	c_N	$0,50-x_F/L_{OA}$
0	0.000	0.138	-0.138	0.000	0.138	0.	
10	0.101	0.155	-0.135	0.126	0.185	0.0355	0.218
20	0.201	0.228	-0.146	0.267	0.304	0.0611	0.271
30	0.314	0.365	-0.159	0.455	0.481	0.0793	0.326
40	0.371	0.511	-0.153	0.613	0.632	0.0909	0.352
45	0.386	0.580	-0.138	0.683	0.697	0.0928	0.364
50	0.386	0.656	-0.126	0.750	0.761	0.0907	0.379
60	0.335	0.742	-0.081	0.810	0.814	0.0768	0.405
70	0.239	0.798	-0.049	0.832	0.833	0.0680	0.418
80	0.132	0.821	-0.013	0.832	0.832	0.0378	0.455
90	-0.004	0.868	-0.004	0.868	0.868	0.0039	0.496
100	-0.136	0.849	0.013	0.859	0.860	-0.0345	0.540
110	-0.266	0.819	0.030	0.861	0.861	-0.0638	0.574
120	-0.360	0.717	0.046	0.801	0.802	-0.0711	0.589
130	-0.404	0.616	0.086	0.732	0.737	-0.0824	0.613
135	-0.404	0.539	0.095	0.667	0.673	-0.0764	0.615
140	-0.392	0.467	0.106	0.601	0.610	-0.0796	0.633
150	-0.319	0.335	0.131	0.443	0.462	-0.0608	0.637
160	-0.191	0.216	0.138	0.253	0.288	-0.0472	0.687
170	-0.080	0.157	0.141	0.106	0.177	-0.0265	0.750
180	0.000	0.147	0.147	0.000	0.147	0.	

Tab. 18.2: $R_n = 2,24 \cdot 10^6$

ϵ	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_{FT}	c_N	$0,50-x_F/L_{OA}$
0	0.000	0.134	-0.134	0.000	0.134	0.	
10	0.105	0.149	-0.128	0.129	0.182	0.0341	0.236
20	0.210	0.222	-0.137	0.273	0.305	0.0624	0.271
30	0.321	0.354	-0.146	0.455	0.478	0.0805	0.323
40	0.380	0.510	-0.146	0.619	0.636	0.0903	0.354
45	0.394	0.579	-0.131	0.688	0.701	0.0987	0.357
50	0.400	0.639	-0.104	0.747	0.754	0.0985	0.368
60	0.348	0.744	-0.071	0.818	0.821	0.0887	0.392
70	0.245	0.792	-0.041	0.828	0.829	0.0719	0.413
80	0.132	0.829	-0.014	0.839	0.839	0.0399	0.452
90	-0.004	0.861	-0.004	0.861	0.861	0.0078	0.491
100	-0.140	0.840	0.008	0.852	0.852	-0.0399	0.547
110	-0.260	0.809	0.032	0.849	0.850	-0.0704	0.583
120	-0.358	0.719	0.049	0.802	0.803	-0.0777	0.597
130	-0.414	0.613	0.077	0.736	0.740	-0.0858	0.617
135	-0.411	0.532	0.086	0.667	0.672	-0.0844	0.627
140	-0.396	0.454	0.093	0.595	0.602	-0.0724	0.622
150	-0.306	0.321	0.125	0.425	0.443	-0.0622	0.646
160	-0.192	0.199	0.121	0.248	0.276	-0.0460	0.685
170	-0.080	0.149	0.133	0.105	0.169	-0.0226	0.715
180	0.000	0.142	0.142	0.000	0.142	0.	

Tab. 19.1: Kühlschiff "Angelburg" 3700 t_{dw}, ohne kleine Ausrüstungsteile, $A_L = 0,0945$, $A_L/A_X = 4,75$, $2A_L/L_{OA}^2 = 0,1321$, $q/q_m = 1,080$, $R_n = 1,60 \cdot 10^6$

ϵ	c_G	c_D	c_X	c_Y	c_{FT}	c_N	$0,50-x_F/L_{OA}$
0	0.000	0.138	-0.138	0.000	0.138	0.	
10	0.096	0.151	-0.132	0.121	0.179	0.0328	0.229
20	0.205	0.226	-0.142	0.270	0.306	0.0624	0.269
30	0.306	0.365	-0.163	0.447	0.476	0.0793	0.323
40	0.371	0.511	-0.153	0.613	0.632	0.0909	0.352
45	0.386	0.572	-0.132	0.677	0.690	0.0927	0.363
50	0.386	0.635	-0.113	0.734	0.743	0.0879	0.380
60	0.327	0.729	-0.082	0.795	0.799	0.0794	0.400
70	0.243	0.794	-0.043	0.829	0.831	0.0653	0.421
80	0.128	0.813	-0.015	0.823	0.823	0.0378	0.454
90	-0.004	0.851	-0.004	0.851	0.851	0.0090	0.489
100	-0.136	0.824	0.009	0.835	0.835	-0.0241	0.529
110	-0.270	0.803	0.020	0.847	0.847	-0.0586	0.569
120	-0.352	0.704	0.047	0.786	0.787	-0.0739	0.594
130	-0.409	0.608	0.078	0.728	0.732	-0.0772	0.606
135	-0.409	0.539	0.092	0.670	0.676	-0.0817	0.622
140	-0.396	0.463	0.100	0.601	0.609	-0.0770	0.628
150	-0.323	0.331	0.125	0.445	0.462	-0.0635	0.643
160	-0.199	0.207	0.127	0.258	0.288	-0.0473	0.683
170	-0.084	0.157	0.140	0.110	0.178	-0.0265	0.741
180	0.000	0.151	0.151	0.000	0.151	0.	

Tab. 19.2: $R_n = 2,26 \cdot 10^6$

ϵ	c_G	c_D	c_X	c_Y	c_{FT}	c_N	$0,50-x_F/L_{OA}$
0	0.000	0.128	-0.128	0.000	0.128	0.	
10	0.105	0.147	-0.126	0.129	0.180	0.0354	0.225
20	0.210	0.222	-0.137	0.273	0.305	0.0597	0.281
30	0.323	0.352	-0.144	0.455	0.478	0.0792	0.326
40	0.385	0.504	-0.139	0.618	0.634	0.0942	0.348
45	0.404	0.573	-0.119	0.691	0.701	0.1000	0.355
50	0.394	0.635	-0.106	0.740	0.747	0.0984	0.367
60	0.348	0.723	-0.060	0.800	0.802	0.0833	0.396
70	0.245	0.771	-0.033	0.808	0.809	0.0718	0.411
80	0.132	0.818	-0.012	0.829	0.829	0.0464	0.444
90	-0.004	0.840	-0.004	0.840	0.840	0.0076	0.491
100	-0.138	0.851	0.012	0.862	0.862	-0.0332	0.538
110	-0.260	0.815	0.035	0.855	0.856	-0.0664	0.578
120	-0.358	0.729	0.054	0.811	0.812	-0.0842	0.604
130	-0.414	0.613	0.077	0.736	0.740	-0.0858	0.617
135	-0.421	0.530	0.077	0.673	0.677	-0.0831	0.624
140	-0.407	0.456	0.088	0.604	0.611	-0.0790	0.631
150	-0.316	0.323	0.123	0.436	0.453	-0.0596	0.636
160	-0.190	0.201	0.124	0.247	0.276	-0.0473	0.691
170	-0.082	0.149	0.133	0.107	0.171	-0.0226	0.711
180	0.000	0.140	0.140	0.000	0.140	0.	