

113 | April 1963

SCHRIFTENREIHE SCHIFFBAU

B. Wagner

Auswertung veröffentlichter Modellmessungen zur Bestimmung der Luftkräfte an Überwasserschiffen bei Schräganströmung

TUHH

Technische Universität Hamburg-Harburg

INSTITUT FÜR SCHIFFBAU DER UNIVERSITÄT HAMBURG

IfS-Bericht Nr. 113

Auswertung veröffentlichter Modellmessungen zur Bestimmung
der Luftkräfte an Überwasserschiffen bei Schräganströmung

von

B. Wagner

Hamburg, den 8. April 1963

Auswertung veröffentlichter Modellmessungen zur Bestimmung
der Luftkräfte an Ueberwasserschiffen bei Schräganströmung.

Gliederung:

1. Erläuterung der verwendeten Symbole.
2. Bemerkungen zur Auswertung veröffentlichter Modellmessungen zur Ermittlung der Luftkräfte an Ueberwasserschiffen.
3. Angaben über die ausgewerteten Versuche und die Umrechnung der Versuchsergebnisse.
4. Zusammenstellung der Ergebnisse der Neuauswertung.
5. Literaturverzeichnis zum Gebiet „Luftkräfte an Ueberwasserschiffen“.

1. Erläuterung der verwendeten Symbole:

(vergl. hierzu Fig. 1)

- R.....resultierende Luftkraft,
X.....Luftkraftkomponente in Schiffslängsrichtung (x-Richtung,
positiv, wenn nach vorn gerichtet),
Y.....Luftkraftkomponente senkrecht zur Schiffslängsrichtung
(y-Richtung),
C.....Luftkraftkomponente senkrecht zur Anströmrichtung (positiv,
wenn nach rechts gerichtet),
D.....Luftkraftkomponente in Anströmrichtung,
 $M_{0,5}$...Moment der Luftkraft, auf Schiffsmittle ($L_{0a}/2$) bezogen,
 c_R, c_X, c_Y, c_C, c_D ...dimensionslose Beiwerte der Komponenten der
Luftkraft,
 $c_{M_{0,5}}$...dimensionsloser Beiwert des Momentes der Luftkraft,
v.....relative Anströmgeschwindigkeit,
 L_{0a} ...Länge (über alles) von Modell bzw. Schiff,
B.....Breite von Modell bzw. Schiff,
 A_L ...Ueberwasserlateralfäche (auf Schiffslängsebene projizierte
Fläche des Ueberwasserschiffes),
 A_T ... 'Lufthauptspant' (auf die Querebene projizierte Fläche des
Ueberwasserschiffes),
 a/L_{0a} ...Lage des Angriffspunktes der Resultierenden der Luftkraft
hinter Vorsteven,
q.....Dichte des Versuchsmediums: es wurden der Berechnung folgende
Werte zugrunde gelegt:
Dichte der Luft $\rho_A = 0,125 \text{ kg} \cdot \text{s}^2/\text{m}^4$ bzw. $0,00237 \text{ lbs} \cdot \text{s}^2/\text{ft}^4$,
Dichte d. Wassers $\rho_H = 102 \text{ kg} \cdot \text{s}^2/\text{m}^4$ bzw. $1,94 \text{ lbs} \cdot \text{s}^2/\text{ft}^4$.
 R_nReynolds-Zahl = $\frac{v \cdot L_{0a}}{\nu}$,
 νkinematische Zähigkeit: die bei der Berechnung der Reynolds-
Zahl zugrunde gelegten Werte entsprechen $t = 15^\circ\text{C}$ (n.Hütte I):
für Luft $\nu = 14,6 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$,
für Wasser $\nu = 1,14 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$.
.....relative Anströmrichtung, bezogen auf positive x-Richtung,
 αRichtung der Resultierenden der Luftkraft, bez. auf positive
x-Richtung.

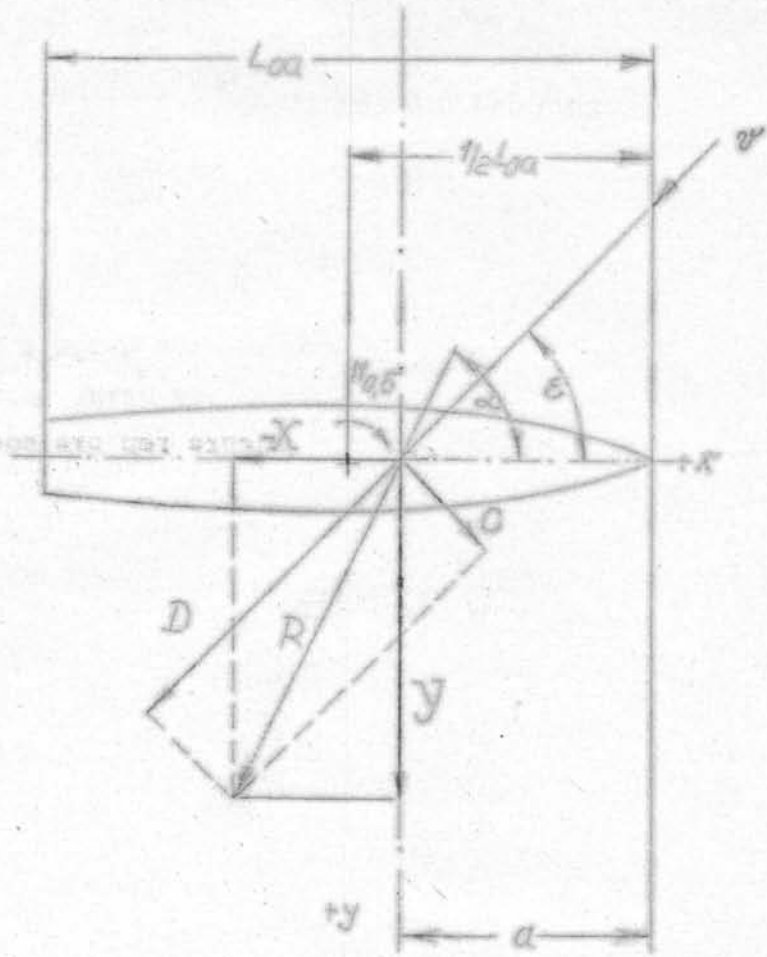


Fig. 1a

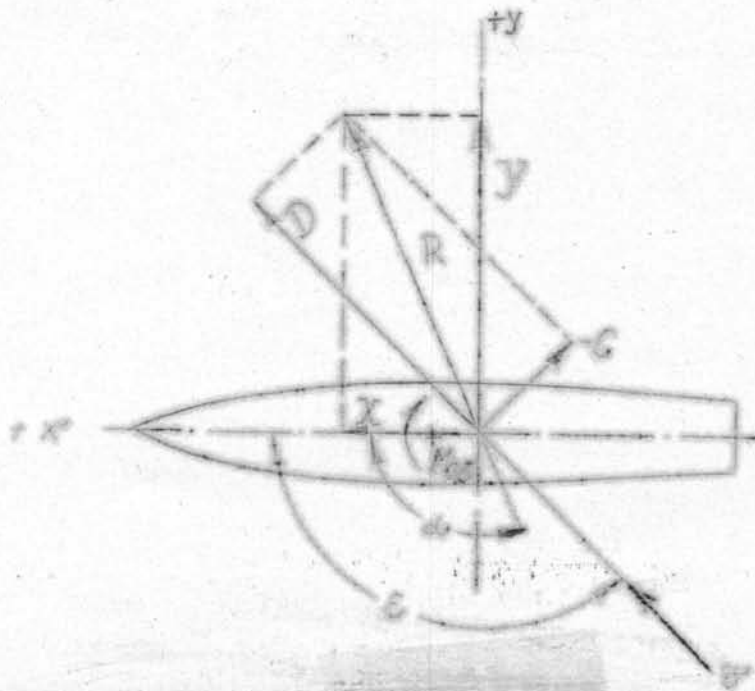


Fig. 1b achterliche Anströmung
KRÄFTE AM ÜBERWASSERSCHIFF

2. Bemerkungen zur Auswertung veröffentlichter Modellmessungen zur Ermittlung der Luftkräfte an Ueberwasserschiffen.

Es liegen bereits eine ganze Anzahl Versuche älteren Datums zur Ermittlung der Strömungskräfte an Ueberwasserschiffen^{vor)} (siehe Literaturverzeichnis). Man interessierte sich **anfangs** nur für die Luftkraftkomponente in Schiffslängsrichtung, die den Schiffswiderstand unmittelbar beeinflusst. Ältere Arbeiten beschränken sich daher darauf, den 'Luftwiderstand' bei Anströmung genau von vorne zu ermitteln [1], [2]. Dieser wurde auf das 'Lufthauptspant' A_T und den Staudruck der Anströmgeschwindigkeit $\frac{\rho}{2} \cdot v^2$ (dimensionslose Form) bzw. auf Lufthauptspant und das Quadrat der Anströmgeschwindigkeit (dimensionshafte Form, meist in angelsächsischer Literatur) bezogen. Später untersuchte man die Abhängigkeit des Luftwiderstandes (Luftkraftkomponente in Fahrtrichtung) von der Anströmrichtung.

Leider tragen nur sehr wenige der verfügbaren Arbeiten systematischen Charakter und sind dazu geeignet, die am Ueberwasserschiff angreifenden Strömungskräfte genauer zu beschreiben.

Die Darstellung der Versuchsergebnisse ist jedoch auch in diesen Fällen uneinheitlich, wodurch eine vergleichende Auswertung und die Anwendung der Ergebnisse erschwert werden.

Es empfiehlt sich deshalb eine neue Auftragsweise. Dabei liegt es nahe, das Ueberwasserschiff als einen Strömungskörper kleinen Seitenverhältnisses zu betrachten, wie es ja auch mit den Unterwasserschiffen geschieht:

Wir definieren folgende Beiwerte der Luftkomponenten, die auf den Staudruck der Anströmgeschwindigkeit und die 'Ueberwasserlateralfläche' A_L bezogen sind:

$$c_R = \frac{R}{\frac{\rho}{2} \cdot v^2 \cdot A_L}$$

$$c_X = \frac{X}{\frac{\rho}{2} \cdot v^2 \cdot A_L} = c_R \cdot \cos \alpha, \quad c_Y = \frac{Y}{\frac{\rho}{2} \cdot v^2 \cdot A_L} = c_R \cdot \sin \alpha$$

$$c_C = \frac{C}{\frac{\rho}{2} \cdot v^2 \cdot A_L} = c_R \cdot \sin(\alpha - \varepsilon) = c_Y \cdot \cos \varepsilon - c_X \cdot \sin \varepsilon$$

$$c_D = \frac{D}{\frac{\rho}{2} \cdot v^2 \cdot A_L} = c_R \cdot \cos(\alpha - \varepsilon) = c_X \cdot \cos \varepsilon + c_Y \cdot \sin \varepsilon$$

$$c_{MO,5} = \frac{M_{0,5}}{\frac{\rho}{2} \cdot v^2 \cdot A_L \cdot L_{oa}} = \left(0,5 - \frac{a}{L_{oa}}\right) c_Y$$

Ferner wird folgender Verhältniswert des Strömungskörpers definiert, der dem Seitenverhältnis ähnlich ist:

$$= \frac{2A_L}{(L_{oa})^2}$$

Die Beiwerte können in einem Diagramm in Abhängigkeit vom Anström-
winkels ε aufgetragen werden und sind in dieser Form gut zum Ver-
gleich untereinander und mit den entsprechenden Werten anderer
Strömungskörper geeignet.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens 'Luftkräfte an Schiffen' wurden
einige geeignete ältere Versuchsergebnisse umgerechnet bzw. neu
ausgewertet und in der oben genannten Form dargestellt (s. Fig. 2
ff.). Das Zahlenmaterial der Umrechnung ist in den Tabellen 1 ff.
enthalten.

3. Angaben über die ausgewerteten Versuche und die Umrechnung der Versuchsergebnisse.

1) Versuche von Hughes: Literatur [3], [4].:

Versuchstank: W. Froude Experimental Tank.

Versuchsmethode: Die Überwasserschiffsmodelle wurden in umge-
kehrter Lage an einem Floß befestigt und unter verschiedenen An-
strömwindeln im Versuchstank geschleppt.

Schleppgeschwindigkeit: $v = 3 \text{ ft./s} \hat{=} 0,915 \text{ m/s}$.

Froude'sche Zahl: $F_n = \frac{v}{\sqrt{g \cdot L_{oa}}} = 0,127 \text{ bis } 0,131$.

Reynoldszahl: $R_n = 4,01 \text{ bis } 4,25 \cdot 10^6$.

Anströmbereich: $\varepsilon = 0 \text{ bis } 180^\circ$, Intervalle $11,25^\circ$.

Versuchsmodelle: folgender Schiffe wurden untersucht:

Versuchsmodelle folgender Schiffe wurden untersucht:

1. Tanker 'San Gerardo' 16000 t Depl.
 Modell 970 Rumpf
 Modell 970A ges. Ueberwasserschiff.
2. Frachter 'London Mariner' 14800 t Depl.
 Modell 1057 Rumpf
 Modell 1057A gesamtes Ueberwasserschiff.
3. Liner 'Mauretania' 38000 t Depl.
 Modell 1086 Rumpf
 Modell 1086A ges. Ueberwasserschiff.

Hauptabmessungen und Vergleichswerte der Modelle:

Modell	L_{oa} (m)	B (m)	$\frac{A}{L^2}$ (m ⁻²)	(ft. ²)	L_{oa}/B	$\frac{2AL}{L_{oa}^2}$	$R_n \cdot 10^6$
970			1,236	13,30		0,0916	
970A	5,20	0,655	1,671	18,00	7,94	0,1240	4,17
1057			0,861	9,27		0,0618	
1057A	5,30	0,653	1,523	16,40	8,11	0,1084	4,25
1086			0,941	10,12		0,0754	
1086A	5,00	0,554	1,995	21,45	9,03	0,0802	4,01

Ergebnisse:

nach 3, Platte XXXV, Fig.1: R/v^2 lbs/(ft/s)² = f(α),
 α = f(α).

Fig.2: a/L_{oa} = f(α),

(Lage des Angriffspunktes der Result.)

Ergebnisse der Umrechnung: s. Fig. 2 bis 7, sowie Tab. 1 bis 6

Bemerkung: Von Hughes wurden meist für einen Winkelwert zwei verschiedene Messwerte angegeben, was auf Schwierigkeiten bei der Messung hinweist.

2) Amerikanische Messungen an Kriegsschiffmodellen

Lit. 5, 6 .

Versuchstank: Experimental Model Basin, Washington.

Versuchsmethode: Überwasserschiffsmodell im umgekehrten Zustand an frei horizontal beweglicher Plattform hängend in Wasser geschleppt. Gemessen wurden die Kräfte, die erforderlich waren, um die Plattform in Originalposition zu halten.

Schleppgeschwindigkeit: $v = 0,6$ bis $2,00$ kn = $0,308$ bis $1,028$ m/s.

Reynoldszahl: $R_n = 0,515$ bis $1,78 \cdot 10^6$

Froude'sche Zahl: $F_n = \frac{v}{g \cdot L_{oa}} = 0,070$ bis $0,238$.

Anströmbereich: = 0 bis 90° ; Intervalle 5° bzw. 10° .

Versuchsmodelle: Die Versuche wurden mit den Modellen eines leichten Kreuzers ("Pensacola" bzw. "Salt Lake City" M 1:96) und eines Zerstörers ("Hamilton" M 1:48) durchgeführt.

Hauptabmessungen und Vergleichswerte der Modelle:

	m	m	m ²	m ²			
	L_{oa}	B	A_L	A_T	$\frac{L_{oa}}{B}$	$\frac{A_L}{A_T}$	$\frac{2A_L}{L_{oa}^2}$
L. Kreuzer	etw. 1,90	0,193	etw. 0,182	0,0312	9,85	5,84	0,1010
Zerstörer	etw. 1,975	0,197	etw. 0,229	0,0365	10,02	6,28	0,1174

Ergebnisse: Gemessen wurden eine vordere und eine hintere Querkraft und der Modellwiderstand, woraus sich alle dimensionslosen Modellbeiwerte errechnen lassen.

Die gemessenen Kräfte [in lbs] wurden über der Schleppgeschwindigkeit (in kn) aufgetragen und für $\epsilon = \text{konst.}$ Querkurven gezogen.

Ergebnisse der Umrechnung:

Die für die Umrechnung erforderliche

Überwasserlateralfläche A_L mußte nach den in den Berichten 5 und 6 enthaltenen Modellfotografien (Queransicht) angenähert ~~ermittelt~~ ~~ermittelt~~ werden.

Die Umrechnung erfolgte mit den Querkurvenwerten für folgende Schleppgeschwindigkeiten:

	v_s kn	R_n	F_n
L. Kreuzer "Pensacola"	1,00	$0,856 \cdot 10^6$	0,119
Zerstörer "Hamilton"	1,40	$1,246 \cdot 10^6$	0,163

(s. Fig. 8 und 9, sowie Tab. 7 und 8)

Bemerkung: Von Hughes wurden meist für einen Winkelwert zwei verschiedene Messwerte angegeben, was auf Schwierigkeiten bei der Messung hinweist.

Bemerkung: Von Hughes wurden meist für einen Winkelwert zwei verschiedene Messwerte angegeben, was auf Schwierigkeiten bei der Messung hinweist.

2.) Japanische Messungen: Literatur [16], [11], [12].

2a.) Windkanalversuche mit dem Modell des Frachters NISSEI MARU:

Windkanal: 3,5m^φ - Windkanal der Osaka-Universität, Typ Göttingen.

Versuchsmethode: Modell als Doppelmodell ausgeführt, symmetrisch zu einer hölzernen Bodenkreisplatte von 2m^φ, in Kanalmitte angebracht.

Windgeschwindigkeit: v = 23m/s, bei Queranströmung vermindert auf 17 m/s.

Reynolds-Zahl: R_n = 2,9 · 10⁶.

Anströmbereich: ε = 0 bis 180°, Intervalle 5° bzw. 10°.

Hauptabmessungen von Modell 11 : 75 (2 Ladefälle)

L_{oa} = 1,84m

B = 0,2335m

A_T = 0,0506/0,0657m²

A_L = 0,1775/0,265m²

$\frac{2A_L}{L_{oa}^2} = 0,1562/0,1964:$

L_{oa}/B = 7,88.

Versuchsergebnisse: [16]

nach Fig. 10, S. 101: $\sigma_F' = \frac{R \cdot \cos(\alpha - \epsilon)}{\frac{\rho}{2} \cdot v^2 (A_L \cdot \cos^2 \epsilon + A_T \cdot \sin^2 \epsilon)} = f(\epsilon)$

Fig. 8, S. 100 : α = f(ε).

Fig. 9, s. 100 : a/L_{oa} = f(ε).

Ergebnisse der Umrechnung:

siehe Fig. 18 und 19, sowie die Tabellen 9 und 18.

3b) Ergebnisse von Windkanalversuchen mit Modellen der Eisenbahnfährschiffe TOYA MARU und KITAMI MARU nach Lit. [11].

Windkanal: 1,5 ϕ - Windkanal, Typ Göttingen.

Versuchsmethode: als Doppelmodelle ohne Bodenplatte in Kanalmitte untersucht.

Windgeschwindigkeit: $v = 27,9$ m/s.

Reynoldszahl: $R_n = 2,14 \cdot 10^6$

Anströmbereiche: $\epsilon = 0^\circ$ bis 180° ; Intervalle 5° bzw. 10°

Hauptabmessungen der Modelle M 1:100:

	TOYA MARU	KITAMI MARU
L_{oa}	1,187	1,180 m
B	0,1585	0,1585 m
A_T	0,02618	0,02381 m ²
A_L	0,1312	0,0992 m ²
$\frac{2A_L}{L_{oa}^2} =$	0,1861	0,1425
$\frac{L_{oa}}{B}$	7,50	7,45

(KITAMI MARU wurde auch mit veränderten Aufbauten untersucht. Auf die Wiedergabe dieser Versuchsergebnisse an dieser Stelle wird verzichtet.)

Versuchsergebnisse, nach [11]:

Fig. 5, S. 64: $C_F = \frac{R}{\frac{\rho}{2} v^2 (A_L \cos^2 \epsilon + A_T \sin^2 \epsilon)} = f(\epsilon),$

Fig. 8, S. 64: $C_R = \frac{R}{\frac{\rho}{2} v^2 \cdot A_L}$

Fig. 6; S. 64: $\alpha = f(\epsilon)$

Fig. 7; S. 64: $a/L_{oa} = f(\epsilon).$

Fig : 9; S. 65: $C_M = \frac{M}{\frac{\rho}{2} v^2 \cdot A_L \cdot L},$ (Moment bezüglich Verdrängungsschwerpunkt 0,024m hinter Hauptspant).

W Ergebnisse der Umrechnung: siehe Fig. 12 u. 13, sowie Tabelle 11 und 12.

3c) Ergebnisse von Windkanalversuchen mit dem Modell des Thunfischereifahrzeuges NR5 SHINNIHON MARU n. Lit. [12].

Windkanal: 1,5 ϕ - Windkanal, Typ Göttingen.

Versuchsmethode: als Doppelmodell ohne Bodenplatte in Kanalmitte gemessen.

Windgeschwindigkeit: $v = 29,3$ m/s.

Reynoldszahl: $R_n = 1,90 \cdot 10^6$

Anströmbereich: $\varepsilon = 0^\circ$ bis 180° , Intervalle 10° .

Hauptabmessungen des Modells M 1:33,27

$$\begin{array}{ll} L_{oa} = 1,00\text{m} & \frac{2A_L}{L_{oa}^2} = 0,1958 \\ B = 0,1802\text{m} & \\ A_T = 0,0241\text{m}^2 & \\ A_L = 0,0979\text{m}^2 & \frac{L_{oa}}{B} = 5,55 \\ & B \end{array}$$

(Es werden hier nur die Ergebnisse für die unvertrimmte Lage bei Vorhandensein eines Stützsegels wiedergegeben, während in [12] auch Meßergebnisse von Modellen mit bug- und hecklastiger Vertrimmung, ohne Stützsegel, sowie mit Einrichtung für den Bonito-Fang mitgeteilt werden).

Versuchsergebnisse nach [12],

Fig. 8, S. 321: $c_F = \frac{R}{\frac{\rho}{2} v^2 (A_T \cdot \cos^2 \varepsilon + A_L \cdot \sin^2 \varepsilon)} = f(\varepsilon)$

Fig. 9, S. 321; bzw. Fig. 12, S. 322: $\alpha = f(\varepsilon)$

Fig. 10; bzw. 13, S. 322: $a/L_{oa} = f(\varepsilon)$,

Fig. 11, S. 322: $c_F' = \frac{R \cdot \cos(\alpha - \varepsilon)}{\frac{\rho}{2} v^2 (A_T \cdot \cos^2 \varepsilon + A_L \cdot \sin^2 \varepsilon)}$

Ergebnisse der Umrechnung: s. Fig. 14 sowie Tabelle 13.

4.) Englische Messungen an dem Modell des Liners ORIANA ; lit. 20
Windkanal: Duplex Tunnel of the Aerodynamics Division of the
National Physical Laboratory.

Versuchsmethode: als Doppelmodell ohne Bodenplatte in Kanal-
mitte gemessen.

Windgeschwindigkeit: $v = 61 \text{ ft/s} = 18,6 \text{ m/s}$.

Reynolds-Zahl: $R_n = 2,44 \cdot 10^6$.

Anströmbereich: $\epsilon = 0$ bis 180° , Intervalle 10° .

Abmessungen Modell 1 : 128

$$L_{oa} = 1,913$$

$$B = 0,232$$

$$A_L = 3,41 \text{ ft}^2 = 0,317 \text{ m}^2,$$

$$\frac{2A_L}{L_{oa}^2} = 0,1732$$

$$L_{oa}$$

$$L_{oa}/B = 8,26.$$

Versuchsergebnisse: (nach 20, S. 248, Fig. 8)

$$R_{lb} \text{ (bei } v = 100 \text{ ft/s)} = f(\epsilon),$$

$$\alpha = Ff(\epsilon).$$

Ergebnisse der Umrechnung:

siehe Fig. 12 und Tabelle 11.

Bemerkung: Das Modell der ORIANA wurde auch als Einzelmodell in
Tunnelwandnähe untersucht, d.h. also in ungleichförmigem Wind,
dessen Gradient dem der natürlichen Windverteilung über der
See ähnlich ist.

4. Windkanalversuche an dem Modell des Versuchsbootes 'D.C. ENDERT 'D.C. ENDERT JR.'

Im Rahmen der Maßstabsversuche mit Modellen von Victory-Schiffen
wurde auch ein Versuchsboot (D.C.ENDERT JR.) im Maßstab 1:6
angefertigt.

Ein im Maßstab 1:20 verkleinertes Modell des Versuchsbootes
wurde zur Ermittlung der am Modell bei relativen Anströmrichtungen
von $\epsilon = 0$ bis 180° auftretenden Strömungskräfte im Windkanal
untersucht. Es wurden dabei folgende Ladefälle berücksichtigt:
1. auf Ladungstiefgang, gleichlastig; 2. in Ballast achterlich
vertrimmt.

Windkanal: des National Aeronautical Laboratory Amsterdam,
Versuchsmethode : Modell frei hängend über einer ebenen Platte
in mittlerer Höhe des Messquerschnitts des Windkanals gemessen,
Abstand zwischen Modellboden und Platte betrug 9mm.

Windgeschwindigkeit: $v = 43\text{m/s}$.

Reynolds-Zahl: $R_n = 3,38 \cdot 10^6$.

Anströmbereich: = 0 bis 180° , Intervalle 15° .

Hauptabmessungen: Modell 1:20

$L_{oa} = 1,148\text{m}$

$B = 0,1575$

$A_L = 0,0665/0,0840\text{m}^2$

$\frac{2A_L}{L} = 0,1010/0,1280$

Die Rumpfform entspricht den Linien der Victory-Schiffe,
Die

Generalplan des Modells nach 17 , Fig. 9, S.175.

Versuchsergebnisse: nach 17, S.183, Tabelle V, wo sie in der
Form $\frac{X}{v^2} = f(\)$ und $\frac{Y}{v^2} = f(\)$ gegeben sind, Werte sind

auf das Versuchsboot bezogen.

Umrechnung erfolgt unter Benutzung der

Ueberwasserlateralfläche A_L : aus Generalplan in Verbindung
mit den bekannten Abmessungen des Modells gewonnen,

Ergebnisse: siehe Tabelle 12 und 13 sowie Fig. 14 und 14.

4.) Zusammenstellung der Ergebnisse der Neuauswertung

In den nachfolgenden Bildern und Tabellen werden die Ergebnisse der Umrechnung von Versuchswerten nach den unter 3. genannten Quellen zusammengestellt.

Leider sind in der Originalliteratur die Ergebnisse der Versuche fast ausschließlich in Diagrammform gegeben und mußten dort aufgemessen werden. Das führt trotz sorgfältigen Aufmessens besonders bei kleinen Darstellungen zu Fehlern. Die Umrechnung der aufgemessenen Werte in die in den Tabellen enthaltenen Beiwerte erfolgte mit dem Rechenschieber. Die Genauigkeit dieser Beiwerte dürfte in den Grenzen der Meßgenauigkeit liegen.

5. Literaturverzeichnis zum Gebiet 'Luftkräfte an Überwasserschiffen'.

- 1] Mc. Entee W.: 'Notes from the model basin', SNAME 1961, S.86.
- 2] Föttinger G.S.: 'Vergleichsversuche über den Luftwiderstand von Schiffsmodellen', JSTG 1924, S.329.
- 3] Hughes, G.: 'Model experiments on the wind resistance of ships', TINA 1930, S.310.
- 4] Hughes, G.: 'The air resistance of ships' hulls with various types and distributions of superstructures', IESS 1932, S.302.
- 5] EMB -Report 276, Dezember 1930: 'Tests of drawing room model of 10000-ton light cruisers (PENSACOLA and SALT LAKE CITY) in water to determine forces due to wind'.
- 6] EMB-Report 312, Okt.1931: 'Tests of drawing room model of US destroyer HAMILTON in water to determine forces due to wind.'
- 7] EMB-Report 334.
- 8] EMB-Report 345, Jan. 1933: 'Tests of model of USS SALINAS inverted in water to determine forces due to wind'.
- 9] EMB-Report 362.
- 10] DTMB-Report 839, 1952: Long, M.E.: 'Wind tunnel tests on multiple ship moorings', Part3.
- 11] H.Araki and T.Hanaoka: 'Wind tunnel experiments on train ferries', presented at the Autumn M. of the Soc. of AN.A. Japan 1948, published in Vol. 84.
- 12] M.Kinoshita, T.Hanaoka and Y.Nakajima: 'On the effect of wind on the manoeuverability of bonito- and tuna-fishing boats', presented at the Autumn M. of the Soc. of N.A. Japan 1949, published in Vol. 86.
- 13] M.Kinoshita, Y.Nakajima : 'On the effect of wind on manoeuverability of vessels', abstract.notes and data concerning the subjects at the Sixth International Conference of Ships Tank Superintendents. Experimental Tank Committee of Japan 1951.
- 14] S.Okada: 'On the heeling moment due to wind pressure on small vessels', presented at the Autumn M. of the Soc. of N.A. Japan, Nov.1952, to be published in Vol.84.

- 15 M.Kinoshita, S.Okada: 'Heeling moment due to wind pressure on small vessels', Proc. of Symposium on the Behaviour of Ships in a Seaway, Wageningen, Sept. 1957, S.527.
- 16 Experiment Tank Committee of Japan: 'An investigation into the sea-going qualities of the single-screw cargo ship NISSEI MARU by actual and model ship experiments', Transport.Technical Research Inst. Mejiro, Toshimaku, Tokyo, Japan 1954, S.69.
- 17 v. Lammersen, v. Manen, Lap: 'Scale effect experiments on Victory ships and models', Part I: 'Analysis of the resistance and Thrust-measurements on a model family and on the model boat D.C.ENDERT JR.', TINA 1955, S.167.
- 18 Williams, Nixon, Shelton: 'Wind resistance tests on three cargo vessels', NPL-Report to BSRA, 1953.
- 19 Raymer, W., Nixon, H.: 'Wind resistance tests on models of a modern passenger liner', NOL-Report to BSRA, 1957.
- 20 Shearer, K., Lynn, W.: 'Wind tunnel tests on models of merchant ships', NECI Vol.76, S.229.

Weitere für die Auswertung benutzte Literatur:

- 21 H.Kato, M.Sato, S.Motora: 'On the disaster of the ferry boat SS. TOYA MARU', Proc. Symp. on the Behaviour of Ships in a Seaway, Wageningen, Sept. 1957, S.511.

Tabelle 1 (vgl. Fig. 2a und 2b)

Modell 970, Rumpf
Tanker 'San Gerardo'

$$\frac{2 A_L}{L_{oa}^2} = 0,0916; \frac{L_{oa}}{B} = 7,94$$

$$R_n = 4,17 \cdot 10^6$$

α°	c_R	c_C	c_D	c_X	c_Y	$c_{M_{\theta,5}}$
0	0,066	0	0,066	-0,0660	0	0
11,25	0,143	0,113	0,086	-0,0625	0,129	0,0287 0,0481
22,50	0,287	0,226 0,236	0,174 0,157	-0,0741 -0,0546	0,276 0,278	0,0759 0,0848
33,75	0,573 0,600	0,440 0,461	0,365 0,384	-0,0597 -0,0627	0,570 0,597	0,1023 0,1071
45	0,693	0,435	0,535	-0,0723	0,687	0,1167
45	0,775	0,486	0,600	-0,0808	0,769	0,1309
56,25	0,882	0,438	0,765	-0,0614	0,880	0,1406
56,25	0,983	0,487	0,853	-0,0685	0,931	0,1570
67,50	1,161 1,2166	0,387 0,415	1,090 1,140	-0,0505 -0,0529	1,161 1,216	0,1275 0,1432
78,75	1,200 1,277	0,214 0,228	1,180 1,260	0,0210 -0,0233	1,200 1,277	0,0720 0,0766
90	1,239 1,357	-0,011 -0,012	1,239 1,357	-0,0108 -0,0118	1,239 1,357	-0,0186 -0,0204
101,25	1,212 1,250	-0,237 -0,244	1,190 1,224	0	1,212 1,250	-0,0606 -0,0625
112,50	1,053 1,161	-0,386 -0,426	0,980 1,079	0,0184 0,0203	1,053 1,161	-0,0386 -0,0929
123,75	1,102	-0,546	0,957	0,0769	1,100	-0,1430
135	0,774 0,801	-0,498 -0,516	0,594 0,614	0,0675 0,0699	0,771 0,800	-0,0925 -0,0960
146,25	0,504	-0,394	0,243	0,0439	0,502	-0,0653
157,50	0,279	-0,242	0,137	0,0339	0,277	-0,0442 -0,0608
168,75	0,017	-0,147	0,086	0,0554	0,161	-0,0484
180	0,062	0	0,062	0,0620	0	0

Tabelle 2 (vgl. Fig. 3a und 3b)

Modell 970 A
 Tanker 'San Gerardo'

$$\frac{2 A_L}{L_{ca}^2} = 0,124; \frac{L_{oa}}{B} = 7,94$$

$$R_n = 4,17 \cdot 10^6$$

E^0	c_R	c_C	c_D	c_X	c_Y	$c_{M_{0,5}}$
0	0,170	0	0,170	-0,1701	0	0
11,25	0,278	0,107	0,190	-0,1660	0,141	0,0414
22,50	0,380	0,242	0,294	-0,1719	0,339	0,0793
33,75	0,598	0,362	0,476	-0,1944	0,566	0,1020
45	0,795	0,446	0,658	-0,1490	0,781	0,1171
56,25	0,926	0,430	0,821	-0,0984	0,929	0,1150
	0,975	0,453	0,865	-0,1037	0,969	0,1210
67,50	1,116	0,357	1,058	-0,0750	1,112	0,0946
	1,158	0,370	1,097	-0,0778	1,155	0,0982
78,75	1,092	0,184	1,078	-0,0248	1,092	0,0721
	1,151	0,199	1,135	-0,0262	1,151	0,0760
90	1,202	-0,023	1,202	-0,0231	1,202	0,0420
101,25	1,092	-0,024	1,072	0	1,092	-0,0557
	1,147	-0,022	1,124		1,147	-0,0585
112,50	1,118	-0,389	1,048	0,0410	1,117	-0,1016
123,75	0,955	-0,455	0,838	0,0818	0,951	-0,1036
	0,995	-0,475	0,874	0,0852	0,992	-0,1081
135	0,745	-0,426	0,610	0,1292	0,734	-0,0954
	0,802	-0,460	0,656	0,1391	0,790	-0,1027
146,25	0,609	-0,384	0,473	0,1790	0,583	-0,0915
157,50	0,365	-0,227	0,286	0,1774	0,319	-0,0670
168,75	0,209	-0,094	0,186	0,1643	0,128	-0,0289
180	0,140	0	0,140	0,1400	0	0

Tabelle 3 (vgl. Fig. 4a und 4b)

Modell 1057, Rumpf
Frachter 'London Mariner'

$$\frac{2 \cdot A_L}{L_{oa}^2} = 0,0618; \frac{L_{oa}}{B} = 8,11$$

$$R_n = 4,25 \cdot 10^6$$

α	c_R	c_C	c_D	c_X	c_Y	$c_{M_{0,5}}$
0	0,045	0	0,045	-0,0445	0	0
6	0,078	0,048	0,061	-0,0559	0,054	0,0176 0,0133
11,25	0,122	0,098	0,069	-0,0480	0,110	0,0307
22,50	0,245	0,206	0,131	-0,0425	0,240	0,0529
33,75	0,445	0,340	0,283	-0,0465	0,440	0,0721
45	0,611	0,400	0,460	-0,0425	0,609	0,0683
56,25	0,745	0,398	0,630	-0,0194	0,745	0,0893
	0,810	0,434	0,685	-0,0212	0,810	0,0974
67,50	1,000	0,366	0,929	-0,0175	1,000	0,0800
	1,110	0,408	1,031	-0,0194	1,110	0,0888
77,75						
78,75						
80	1,110	-0,019	1,110	-0,0194	1,110	0
90	1,222	-0,021	1,222	-0,0213	1,222	0
101,25	1,067	-0,208	1,04	0	1,067	-0,0107
	1,168	-0,228	1,142	0	1,168	-0,0117
112,50	0,888	-0,334	0,822	0,0078	0,888	-0,0798
	1,067	-0,388	0,989	0,0093	1,067	-0,0960
123,75	0,778	-0,421	0,654	0,0136	0,778	-0,0895
135						
135	0,600	-0,389	0,455	0,0470	0,597	-0,0628 -0,0836
146,25	0,434	-0,331	0,276	0,0453	0,428	-0,0791
157,50	0,245	-0,206	0,131	0,0425	0,240	-0,0553
168,75	0,117	-0,098	0,064	0,0437	0,108	-0,0293 -0,0270
174	0,072	-0,047	0,055	0,0492	0,053	-0,0108
180	0,039	0	0,039	0,0389	0	0

Tabelle 4 (vgl. Fig. 5a und 5b)

Modell 1057 A
Frachter 'London Mariner'

$$\frac{2 A_L}{L_{oa}^2} \equiv 0,1084; \frac{L_{oa}}{B} = 8,11$$

$$R_{\frac{h}{h}} = 4,25 \cdot 10^6$$

α	c_R	c_C	c_D	c_X	c_Y	$c_{M_{0,5}}$
0	0,220	0	0,220	-0,2200	0	0
6	0,229	-	-	-	-	-
11,25	-	-	-	-	-	-
22,50	0,434	0,187	0,385	-0,2845	0,318	0,0659
33,75	0,632	0,308	0,551	-0,2870	0,563	0,0872
45	0,816	0,408	0,706	-0,2112	0,789	0,0970
56,25	0,979	0,403	0,894	-0,1616	0,965	0,1013
	1,015	0,434	0,962	-0,1739	1,040	0,1091
67,50	1,068	0,320	1,019	-0,0930	1,036	0,0850
78,75	1,080	0,136	1,072	0,0753	1,079	0,0540
	1,125	0,142	1,118	-0,0783	1,121	0,0560
90	1,150	-0,020	1,150	-0,0200	1,150	0,0081
	1,192	-0,021	1,192	-0,0208	1,192	0,0084
101,25	1,018	-0,199	0,998	0	1,018	-0,0254
	1,111	-0,217	1,091	0	1,111	-0,0278
112,50	1,080	-0,379	1,012	0,0377	1,080	-0,0649
	1,124	-0,394	1,055	0,0393	1,1240	-0,0675
123,75	1,004	-0,469	0,889	0,1051	1,000	-0,0750
135	0,804	-0,449	0,666	0,1535	0,789	-0,0710
	0,867	-0,483	0,717	0,1657	0,8500	-0,0765
146,25	0,685	-0,414	0,546	0,2230	0,6460	-0,0776
157,50	0,450	-0,299	0,384	0,2350	0,401	-0,0634
168,75	0,264	-0,106	0,242	0,2160	0,151	-0,0318
174	0,211	-0,043	0,215	0,2090	0,065	-0,0199
	0,211	-0,043	0,215	0,2090	0,065	-0,0244
180	0,185	0	0,185	0,1852	0	0

Tabelle 5 (vgl. Fig. 6a und 6b)

Modell 1086, Rumpf
 Fahrgastschiff 'Mauretania'

$$\frac{2 A_L}{L_{oa}^2} = 0,0754; \frac{L_{oa}}{B} = 9,03$$

$$R_n = 4,01 \cdot 10^6$$

θ	c_R	c_C	c_D	c_X	c_Y	$c_{M_{0,5}}$
0	0,031	0	0,031	-0,0305	0	0
6	0,071	0,057	0,042	-0,0362	0,061	0,0203
11,25	0,112	0,098	0,055	-0,0346	0,107	0,0380
11,25	0,112	0,098	0,055	-0,0346	0,107	0,0308
22,50	0,285	0,248	0,140	-0,0348	0,283	0,0702
22,50	0,285	0,248	0,140	-0,0348	0,283	0,1065
33,75	0,510	0,403	0,252	-0,0354	0,508	0,0736
45	0,815	0,565	0,586	-0,0142	0,815	0,1304
56,25	1,049	0,582	0,872	0	1,049	0,1208
56,25	1,140	0,634	0,948	0	1,140	0,1707
67,50	1,100	0,420	1,016	0	1,100	0,1079
67,50	1,207	0,461	1,112	0	1,207	0,1180
78,75	1,221	0,228	1,200	0,0107	1,221	0,0611
78,75	1,312	0,245	1,240	0,0114	1,312	0,1049
90	1,231	-0,022	1,231	0,0215	1,231	0,0185
90	1,342	-0,024	1,342	0,0235	1,342	0,0202
101,25	1,272	-0,227	1,252	0,0222	1,272	-0,0445
101,25	1,345	-0,240	1,323	0,0235	1,345	-0,0470
112,50	1,161	-0,426	1,080	0,0202	1,161	-0,0755
112,50	1,221	-0,449	1,139	0,0214	1,221	-0,0793
123,75	1,019	-0,539	0,850	0,0089	1,019	-0,0865
135	0,723	-0,501	0,519	0,0126	0,723	-0,0736
146,25	0,515	-0,410	0,307	0,0269	0,512	-0,0615
157,50	0,285	-0,253	0,132	0,0249	0,285	-0,0470
157,50	0,285	-0,253	0,132	0,0249	0,285	-0,0384
168,75	0,112	-	-	-	-	-
174	0,066	-0,058	0,032	0,0259	0,061	-0,0140
174	0,066	-0,058	0,032	0,0259	0,061	-0,0094
180	0,031	0	0,031	0,0305	0	0

Tabelle 6 (vgl. Fig. 7a und 7b)

Modell 1086 A

Fahrgastschiff "Mauretania"

$$\frac{2 A_L}{L_{oa}^2} = 0,1604; \quad \frac{L_{oa}}{B} = 9,03$$

$$R_n = 4,01 \cdot 10^6$$

σ	c_R	c_C	c_D	c_X	c_Y	$c_{M_{0,5}}$
0	0,091	0	0,091	-0,0912	0	0
6	0,123	0,051 0,066	0,111 0,129	-0,1049 -0,1217	0,063 0,079	0,0174 0,0279
11,25	0,206	0,147	0,14320	0,17120	0,172	0,0386 0,0421
22,50	-	-	-	-	-	-
33,75	0,691	0,494	0,482	-0,1280	0,678	0,1151
45	0,900	0,614	0,702	-0,0628	0,898	0,1230
56,25	1,056 1,103	0,532 0,556	0,912 0,953	-0,0645 -0,0674	1,052 1,100	0,1231 0,1288
67,50	1,103 1,151	0,388 0,399	1,037 1,110	-0,0385 -0,0401	1,102 1,151	0,0971 0,1012
74	1,132 1,161	0,293 0,300	1,094 1,121	0,0198 -0,0203	1,132 1,161	0,0680 0,0696
90	1,161 1,230	-0,020 -0,021	1,161 1,230	-0,0202 -0,0214	1,161 1,230	0,0256 0,0270
101,25	1,249 1,297	-0,244 -0,253	1,225 1,270	0	1,249 1,297	-0,0063 -0,0194
112,50	1,178 1,200	-0,441 -0,450	1,090 1,111	0,0103 0,0105	1,178 1,200	-0,0435 -0,0444
123,75	0,995 1,038	-0,524 -0,543	0,845 0,885	0,0347 0,0395	0,995 1,038	-0,0527 -0,0550
135	0,830 0,859	-0,535 -0,552	0,636 0,656	0,0724 0,0747	0,828 0,856	-0,0745 -0,0770
146,25	0,643 0,673	-0,441 -0,466	0,471 0,482	0,1370 0,1422	0,621 0,655	-0,0684 -0,0721
157,50	-	-	-	-	-	-
168,75	0,216	-0,169	0,130	0,0895	0,191	-0,0257
174	0,132	-0,086	0,099	0,0900	0,097	-0,0125 -0,0149
180	0,086	0	0,086	0,0864	0	0

Tabelle 7 (vgl. Fig. 8a und 8b)

L. Kreuzer "Pensacola"

$$\frac{2 A_L}{L_{oa}^2} = 0,1010; \frac{L_{oa}}{B} = 9,85$$

$$R_n = 0,856 \cdot 10^6$$

θ	c_R	c_C	c_D	c_X	c_Y	$c_{M_{0,5}}$
0	0,129	0	0,129	-0,1292	0	0
10	0,184	0,078	0,166	-0,1802	0,105	0,0180
20	0,326	0,198	0,258	-0,1753	0,274	0,0394
30	0,502	0,306	0,397	-0,1910	0,465	0,0644
40	0,693	0,392	0,570	-0,1865	0,666	0,0850
50	0,846	0,411	0,739	-0,1597	0,831	0,0910
60	0,966	0,368	0,894	-0,1288	0,958	0,0789
70	1,061	0,277	1,022	-0,0901	1,059	0,0613
80	1,130	0,150	1,122	-0,0475	1,130	0,0430
90	1,187	-0,017	1,187	-0,0166	1,187	0,0222

Tabelle 8 (vgl. Fig. 9)

Zerstörer "Hamilton"

$$\frac{2-A_L}{L_{oa2}} = 0,1174; \frac{L_{oa}}{B} = 10,02$$

$$R_n = 1,246 \cdot 10^6$$

α	c_R	c_D	c_N	c_X	c_Y	$c_{M_{0,5}}$
0	0,078	-0,014	0,077	-0,0769	0,014	-0,0025
10	0,1371	0,090	0,1038	-0,0866	0,1062	0,0300
20	0,303	0,230	0,197	-0,1068	0,283	0,0624
30	0,514	0,368	0,357	-0,1253	0,498	0,1013
40	0,730	0,483	0,546	-0,1080	0,721	0,1131
50	0,898	0,521	0,731	-0,0710	0,895	0,1230
60	0,994	0,463	0,880	-0,0400	0,993	0,1138
70	1,052	0,352	0,993	-0,0092	1,052	0,0974
80	1,078	0,200	1,059	0	1,078	0,0721
90	1,081	0,0047	1,081	0,0037	1,081	0,0366

Frachter

Tabelle 9 (vgl. Fig.10a und 10b)

Frachter

"Nissei Maru"

voll beladen

$$\frac{2 A_L}{L_{oa}^2} = \frac{0,11664}{7,89} \frac{L_{oa}}{B} = 0,001478$$

$$R_n = 2,9 \cdot 10^6$$

ε^0	c_R	c_C	c_D	c_X	c_Y	$c_{M_{0,5}}$
0	0,214	0	0,219	-0,219	0	0
10	0,246	0,076	0,234	-0,217	0,115	0,0471
20	0,392	0,177	0,350	-0,268	0,286	0,0630
30	0,629	0,324	0,538	-0,304	0,550	0,0770
40	0,904	0,451	0,783	-0,309	0,850	0,0892
50	1,156	0,444	1,068	-0,346	1,103	0,1050
60	1,250	0,386	1,190	-0,260	1,221	0,0867
70	1,321	0,293	1,289	-0,166	1,311	0,0801
80	1,364	0,197	1,350	-0,041	1,364	0,0546
90	1,352	-0,052	1,352	0,052	1,352	0,0271
100	1,357	-0,142	1,350	0,095	1,354	-0,0217
110	1,312	-0,304	1,277	0,151	1,303	-0,0456
120	1,248	-0,396	1,181	0,249	1,222	-0,0673
130	1,149	-0,455	1,053	0,330	1,100	-0,0770
140	1,010	-0,466	0,896	0,384	0,932	-0,0653
150	0,850	-0,419	0,740	0,431	0,733	-0,0733
160	0,628	-0,328	0,536	0,391	0,491	-0,0520
170	0,432	-0,141	0,409	0,378	0,210	-0,0304
180	0,354	00	0,354	0,354	0	0

Tabelle 10 (vgl. Fig. 11a und 11b)

Frachter
 "Nissei Maru"
 Ballastfahrt

$$\frac{2 A_L}{L_{oa}^2} = 0,1562; \quad \frac{L_{oa}}{B} = 7,89$$

$$R_n = 2,9 \cdot 10^6$$

α	c_R	c_C	c_D	c_X	c_Y	$c_{M_{0,5}}$
0	0,186	0	0,186	-0,186	0	0
10	0,233	0,124	0,198	-0,173	0,156	0,0585
20	0,437	0,295	0,323	-0,202	0,388	0,0900
30	0,704	0,441	0,548	-0,254	0,656	0,1141
40	0,952	0,539	0,784	-0,254	0,916	0,1430
50	1,200	0,565	1,060	-0,250	1,174	0,1562
60	1,285	0,444	1,206	-0,219	1,268	0,1370
70	1,300	0,281	1,270	-0,170	1,290	0,1031
80	1,338	0,140	1,330	-0,094	1,333	0,0826
90	1,330	-0,026	1,330	-0,026	1,330	0,0266
100	1,370	-0,225	1,352	0,013	1,370	0
110	1,361	-0,411	1,298	0,058	1,360	-0,0748
120	1,130	-0,466	1,030	0,110	1,125	-0,0900
130	1,021	-0,519	0,881	0,169	1,009	-0,0867
140	0,904	-0,535	0,727	0,212	0,879	-0,0791
150	0,715	-0,472	0,537	0,228	0,678	-0,0712
160	0,539	-0,346	0,414	0,270	0,466	-0,0582
170	0,324	-0,160	0,283	0,251	0,207	-0,0334
180	0,250	0	0,250	0,250	0	0

Tabelle 11 (vgl. Fig. 12a und 12b)

Eisenbahnfährschiff
"Toya Maru"

$$\frac{2 A_L}{L_{oa}^2} = 0,1861; \quad \frac{L_{oa}}{B} = 7,50$$

$$R_n = 2,14 \cdot 10^6$$

α	c_R	c_C	c_D	c_K	c_Y	$c_{M_{0,5}}$
0	0,086	-0,003	0,086	0,0864	-0,003	-
5	0,127	0,066	0,108	0,1017	0,075	0,0162
10	0,202	0,145	0,140	0,1129	0,167	0,0334
15	0,298	0,230	0,190	0,1241	0,271	0,0484
20	0,383	0,296	0,243	0,1267	0,362	0,0614
25	0,483	0,367	0,314	0,1290	0,465	0,0726
30	0,601	0,445	0,405	0,1275	0,588	0,0838
35	0,747	0,533	0,524	0,1232	0,737	0,1007
40	0,874	0,590	0,645	0,1140	0,867	0,1113
45	0,977	0,612	0,761	0,1055	0,971	0,1134
50	1,026	0,584	0,844	0,0950	1,021	0,1096
60	1,014	0,443	0,915	0,0725	1,012	0,0740
70	1,037	0,314	0,989	0,0435	1,036	0,0535
80	1,022	0,153	1,012	0,0250	1,022	0,0338
90	1,000	-0,012	1,000	0,0122	1,000	0,0047
100	1,011	-0,206	0,990	0,0301	1,011	-0,0416
110	1,008	-0,352	0,945	0,0088	1,008	-0,0628
120	1,000	-0,474	0,881	-0,0305	1,000	-0,0994
130	1,023	-0,595	0,833	-0,0804	1,020	-0,1382
140	0,852	-0,565	0,637	-0,1244	0,843	-0,1289
150	0,642	-0,467	0,441	-0,1490	0,625	-0,1091
160	0,411	-0,312	0,268	-0,1456	0,385	-0,0747
170	0,223	-0,159	0,157	-0,1276	0,183	-0,0375
180	0,111	-0,011	0,110	-0,1102	0,011	-

Tabelle 12 (vgl. Fig. 13a und 13b)

Fährschiff
"Kitami Maru"

$$\frac{2 A_L}{L_{oa}^2} = 0,1425; \frac{L_{oa}}{B} = 7,45$$

$$R_n = 2,14 \cdot 10^6$$

β°	c_R	c_C	c_D	c_X	c_Y	$c_{M_{0,5}}$
0	0,130	-0,0066	0,130	-0,1300	-0,006	0
5	0,158	0,053	0,148	-0,1430	0,0066	0,0150
10	0,223	0,138	0,175	-0,1482	0,167	0,0310
15	0,307	0,217	0,218	-0,1545	0,265	0,0430
20	0,390	0,265	0,286	-0,1783	0,347	0,0550
25	0,481	0,324	0,356	-0,1858	0,444	0,0635
30	0,570	0,368	0,435	-0,1920	0,537	0,0725
35	0,675	0,420	0,529	-0,1930	0,646	0,0750
40	0,780	0,467	0,625	-0,1780	0,759	0,0807
45	0,865	0,479	0,720	-0,1705	0,849	0,0805
50	0,925	0,485	0,789	-0,1352	0,915	0,0807
60	1,010	0,443	0,906	-0,0700	1,008	0,0731
70	1,025	0,304	0,980	-0,0501	1,024	0,0545
80	1,022	0,159	1,013	-0,0197	1,022	0,0415
90	1,027	-0,018	1,027	-0,0180	1,027	0,0075
100	1,022	-0,184	1,007	-0,0063	1,022	-0,0120
110	1,015	-0,339	0,958	0,0089	1,015	-0,0415
120	0,976	-0,451	0,866	0,0418	0,975	-0,0730
130	0,920	-0,501	0,771	0,1110	0,914	-0,0995
140	0,780	-0,490	0,606	0,1490	0,764	-0,1078
150	0,623	-0,423	0,458	0,1855	0,595	-0,0985
160	0,465	-0,314	0,343	0,2140	0,413	-0,0735
170	0,280	-0,173	0,221	0,1870	0,208	-0,0445
180	0,173	-0,017	0,172	0,1720	0,017	0

Tabelle 13 (vgl. Fig. 14a und 14b)

Thunfischboot

$$\frac{2 A_L}{L_{oa}^2} = 0,1786; \quad \frac{L_{oa}}{B} = 5,55$$

$$R_n = 2,14 \cdot 10^6$$

σ	c_R	c_C	c_D	c_X	c_Y	$c_{M_{0,5}}$
0	0,186	0	0,186	0,186	0	0
10	0,241	0,134	0,200	0,174	0,167	0,0242
20	0,400	0,272	0,287	0,182	0,356	0,0264
30	0,647	0,439	0,476	0,192	0,618	0,0229
40	0,823	0,464	0,680	0,222	0,792	0,0198
50	0,949	0,449	0,835	0,192	0,929	0,0186
60	1,010	0,375	0,938	0,144	1,000	0,0060
70	1,059	0,262	1,025	0,104	1,053	-0,0263
80	1,039	0,110	1,032	0,070	1,036	-0,0539
90	1,061	-0,033	1,061	0,033	1,061	-0,0892
100	1,075	-0,187	1,059	0	1,075	-0,1397
110	1,041	-0,288	1,002	-0,073	1,040	-0,1610
120	0,958	-0,368	0,885	-0,123	0,950	-0,1804
130	0,871	-0,406	0,770	-0,184	0,852	-0,1920
140	0,759	-0,419	0,632	-0,216	0,727	-0,1930
150	0,606	-0,371	0,480	-0,230	0,561	-0,1740
160	0,484	-0,311	0,371	-0,242	0,419	-0,1509
170	0,328	-0,203	0,258	-0,219	0,245	-0,0965
180	0,175	0	0,176	-0,176	0	0

Tabelle 14 (vgl. Fig. 15a und 15b)

Modell D (gleichförm. Wind)
 Fahrgastschiff "Oriana"

$$\frac{2 A_L}{L_{oa}^2} = 0,1732; \quad \frac{L_{oa}}{B} = 8,26$$

$$R_n = 2,44 \cdot 10^6$$

α	c_R	c_C	c_D	c_X	c_Y
10	0,105	0	0,105	-0,1050	0
10	0,177	0,127	0,123	-0,0990	0,146
220	0,346	0,276	0,208	-0,1005	0,330
30	0,584	0,456	0,363	-0,0862	0,576
40	0,839	0,604	0,581	-0,0586	0,836
50	1,006	0,617	0,796	-0,0387	1,005
60	1,098	0,534	0,959	-0,0173	1,098
70	1,146	0,392	1,077	0	1,14646
80	1,193	0,207	1,176	0	1,193
90	1,181	0	1,181	0	1,181
100	1,199	-0,208	1,180	0	1,199
110	1,140	-0,390	1,071	0	1,140
120	1,097	-0,523	0,964	0,0288	1,097
130	1,030	-0,620	0,822	0,0540	1,029
140	0,848	-0,612	0,588	0,0563	0,846
150	0,553	-0,439	0,337	0,0721	0,549
160	0,372	-0,301	0,219	0,1024	0,358
170	0,179	-0,142	0,109	0,0820	0,159
180	0,103	0	0,103	0,1030	0

Tabelle 15 (vgl. Fig. 16a und 16b)

Versuchsboot "D. C. Endert jr."

(Victory - Ship - Rumpf)

voll beladen

$$\frac{2 A_L}{L_{oa}^2} = 0,1010; \quad \frac{L_{oa}}{B} = 7,29$$

$$R_n = 3,38 \cdot 10^6$$

α	c_R	c_C	c_D	c_X	c_Y
0	0,234	-0,024	0,233	-0,234	-0,024
15	0,388	0,140	0,362	-0,313	0,228
30	0,654	0,346	0,554	-0,307	0,577
45	0,936	0,481	0,804	-0,228	0,908
60	1,158	0,454	1,065	-0,138	1,149
75	1,289	0,286	1,256	-0,048	1,288
90	1,311	-0,054	1,310	-0,054	1,310
105	1,275	-0,301	1,240	0,030	1,275
120	1,182	-0,490	1,078	0,114	1,179
135	0,936	-0,481	0,804	0,228	0,908
150	0,640	-0,339	0,543	0,301	0,565
165	0,358	-0,149	0,326	0,277	0,228
180	0,253	-0,024	0,253	0,253	0,024

Tabelle 16 (vgl. Fig. 17a und 17b)

Versuchsboot "D: C. Endert jr."

(Victory - Ship - Rumpf)

Ballastfahrt

$$\frac{2 A_{\perp}}{L_{oa}^2} = 0,1280; \quad \frac{L_{oa}}{B} = 7,29$$

$$R_n = 3,38 \cdot 10^6$$

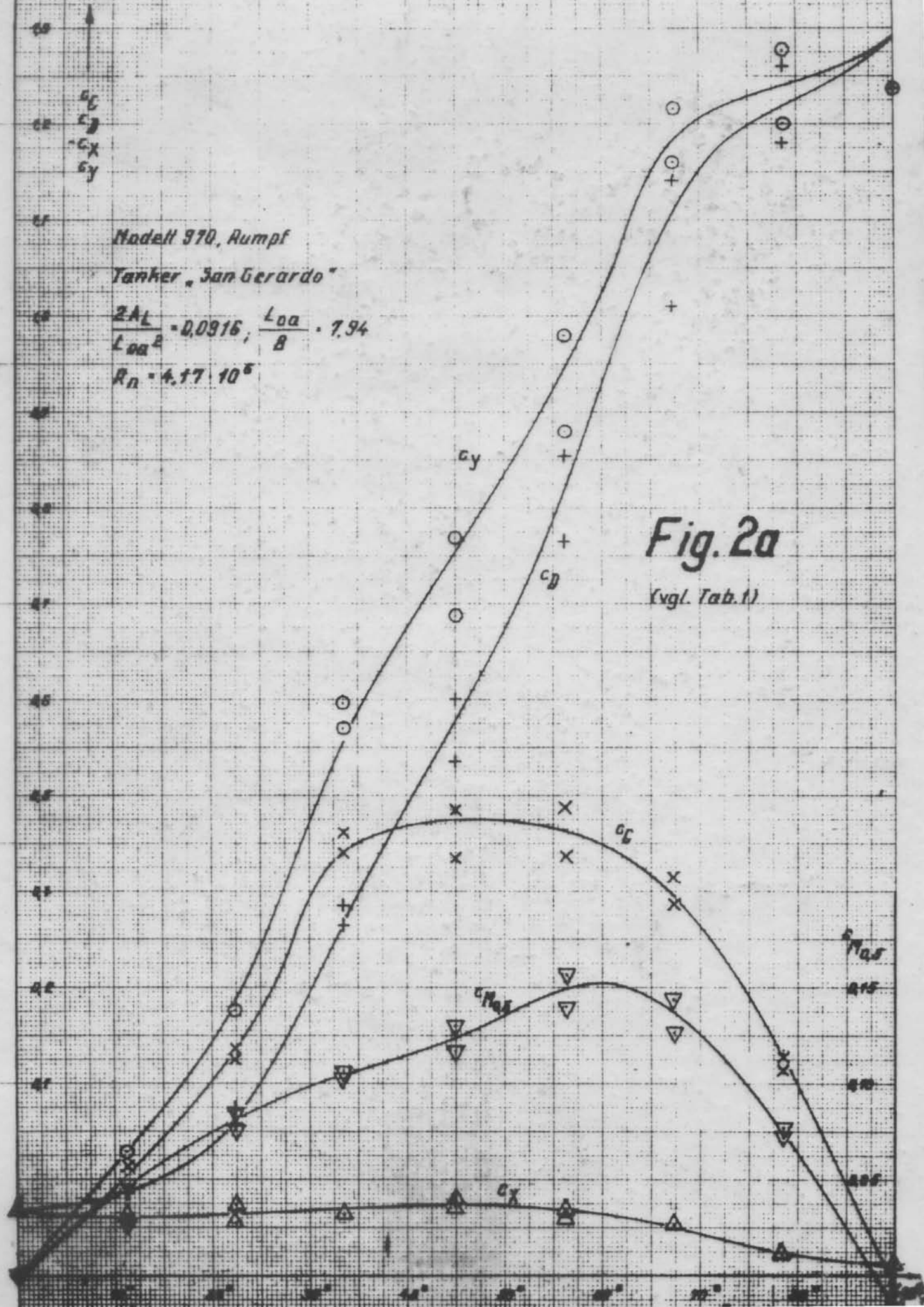
α°	c_R	c_C	c_D	c_X	c_Y
0	0,193	-0,031	0,191	-0,191	-0,031
15	0,346	0,149	0,312	-0,262	0,224
30	0,639	0,370	0,522	-0,267	0,580
45	0,941	0,508	0,793	-0,200	0,920
60	1,100	0,413	1,020	-0,152	1,090
75	1,213	0,216	1,193	-0,100	1,210
90	1,250	-0,100	1,248	-0,100	1,248
105	1,216	-0,370	1,159	-0,057	1,214
120	1,114	-0,520	0,986	0,043	1,113
135	0,898	-0,503	0,743	0,172	0,881
150	0,606	-0,364	0,485	0,238	0,557
165	0,290	-0,139	0,255	0,219	0,210
180	0,201	-0,024	0,200	0,200	0,024

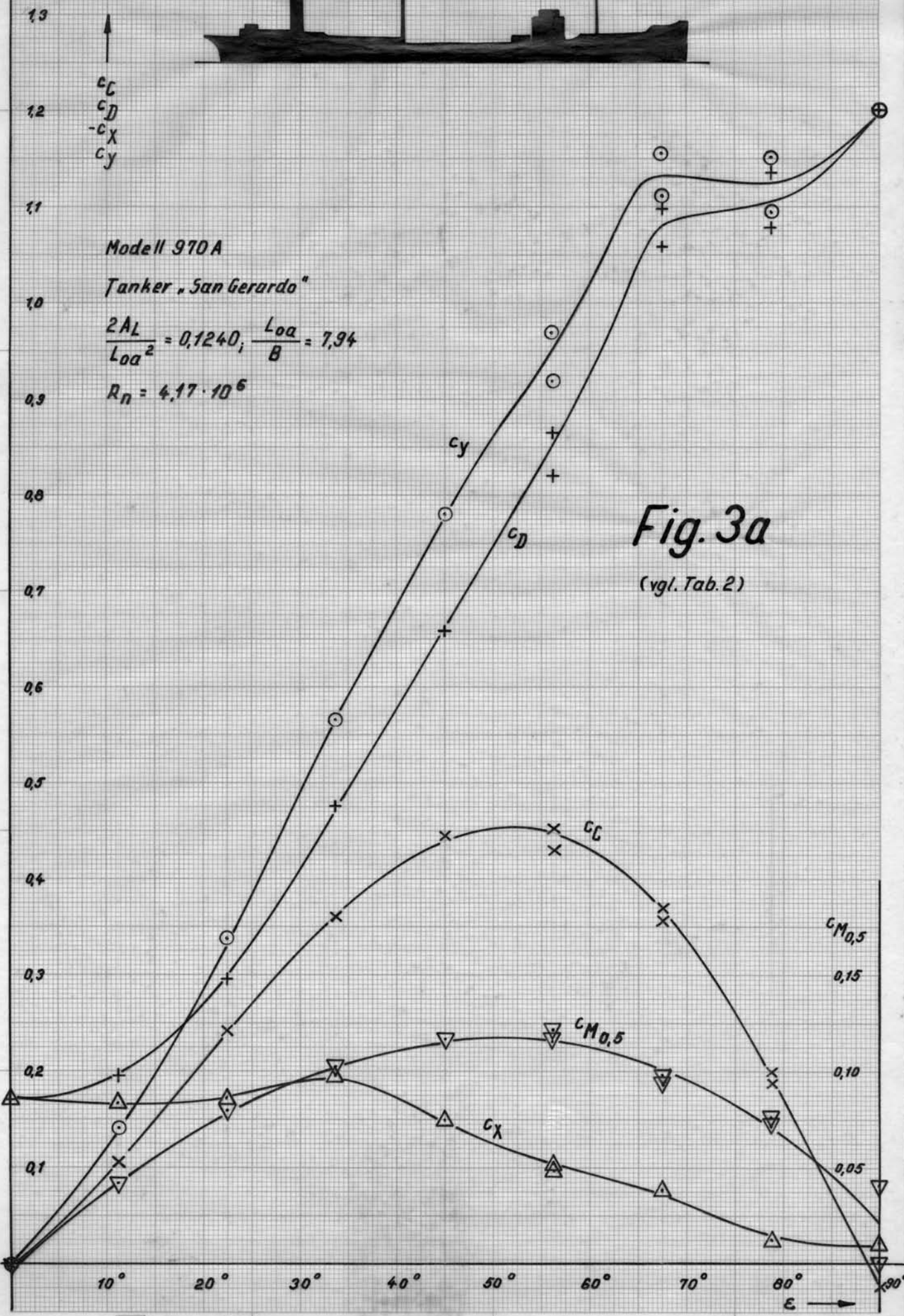
c_y
 c_d
 $-c_x$
 c_y

Modell 970, Rumpf
 Tanker „San Gerardo“

$\frac{ZAL}{L_{oa}^2} = 0,0916; \frac{L_{oa}}{B} = 7,94$
 $R_n = 4,17 \cdot 10^6$

Fig. 2a
 (vgl. Tab. 1)



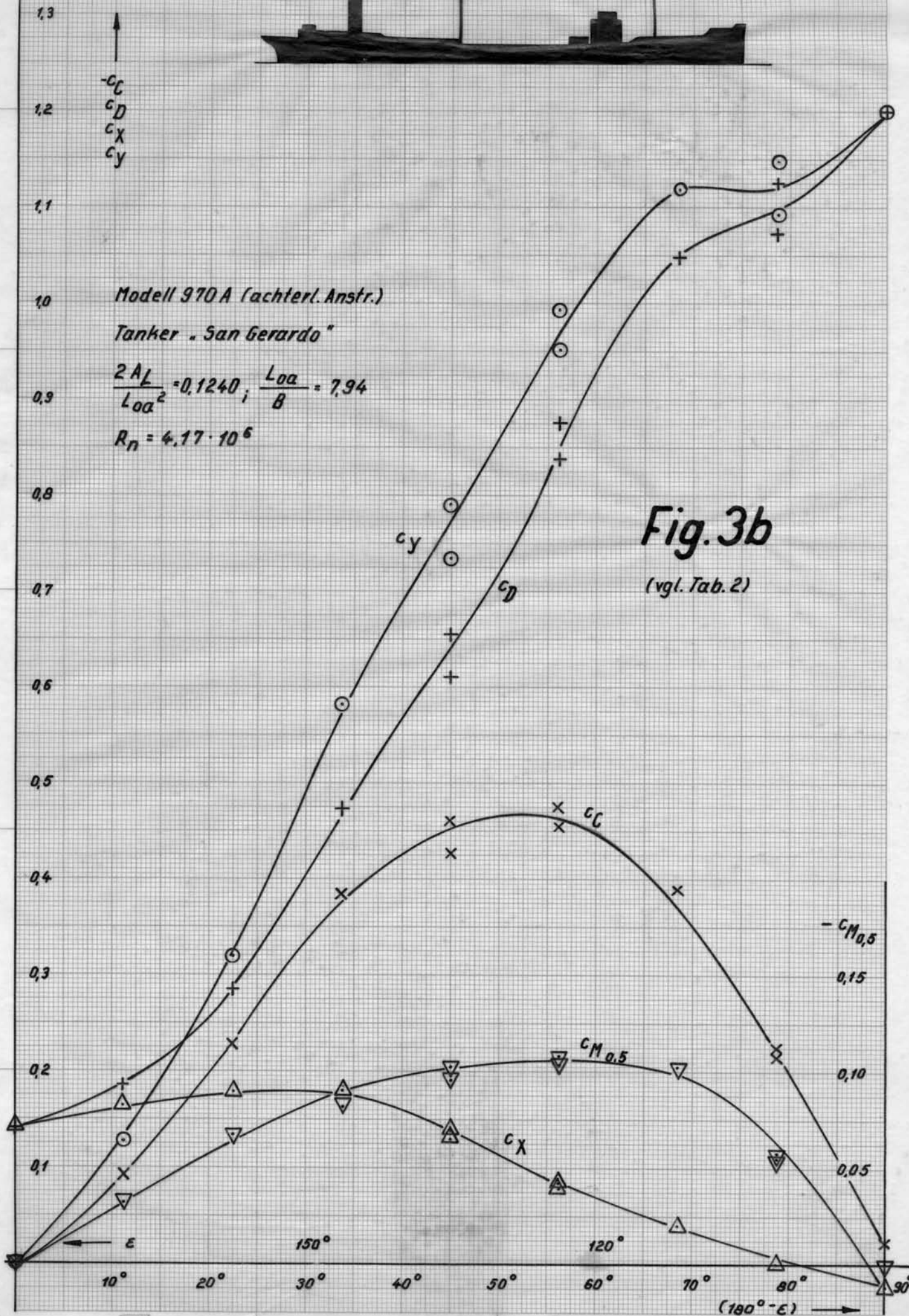


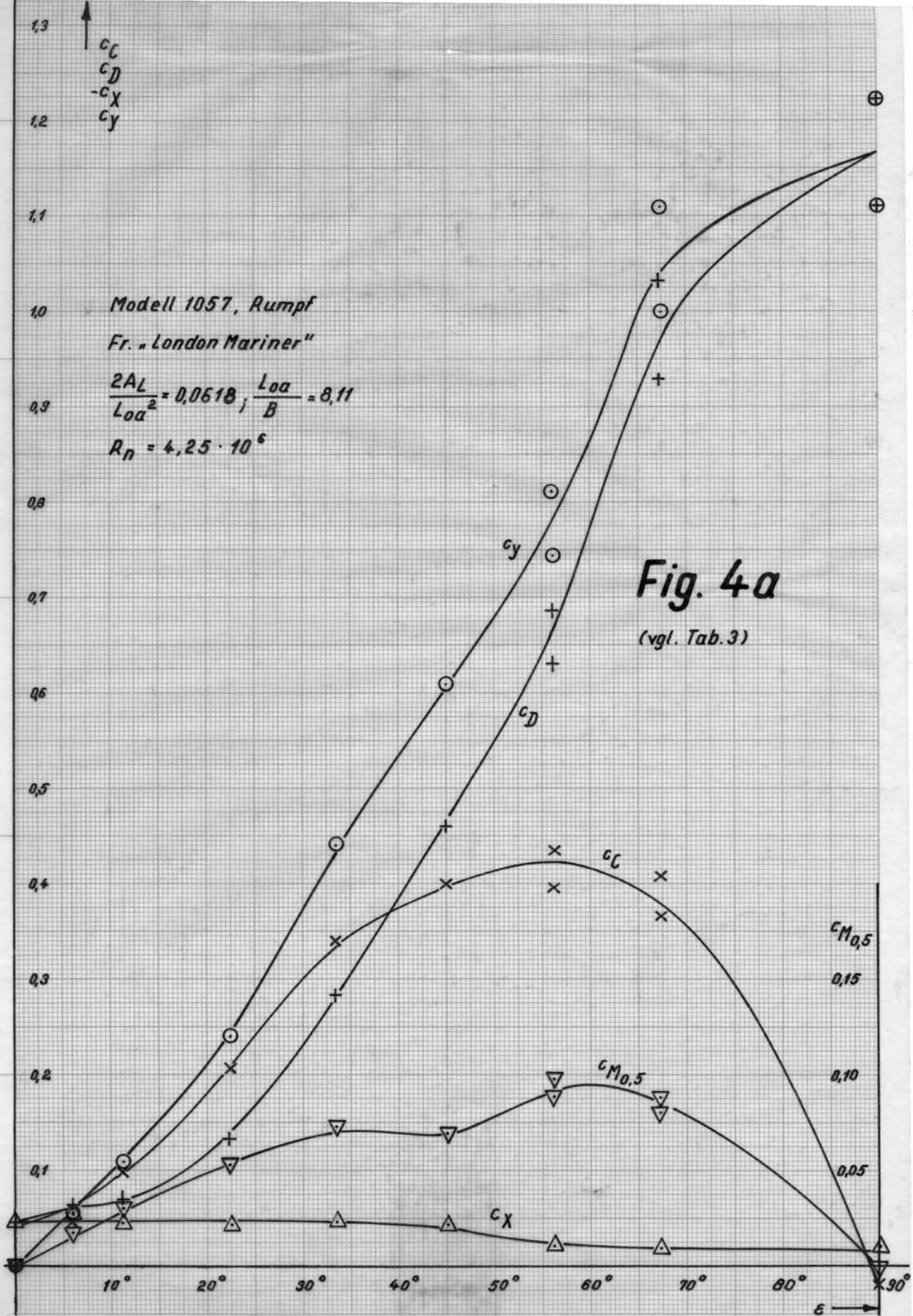


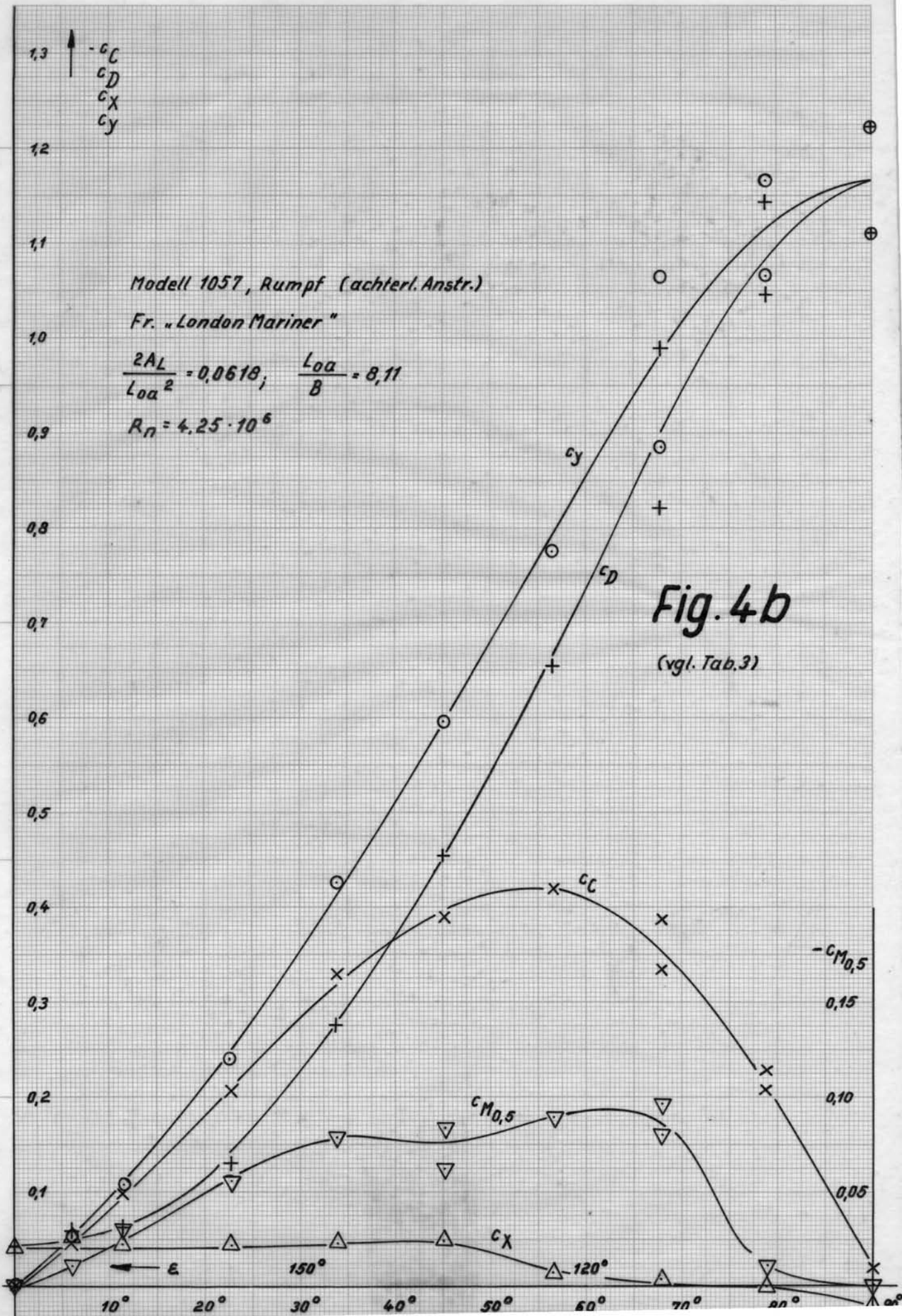
\uparrow
 $-c_c$
 c_D
 c_X
 c_Y

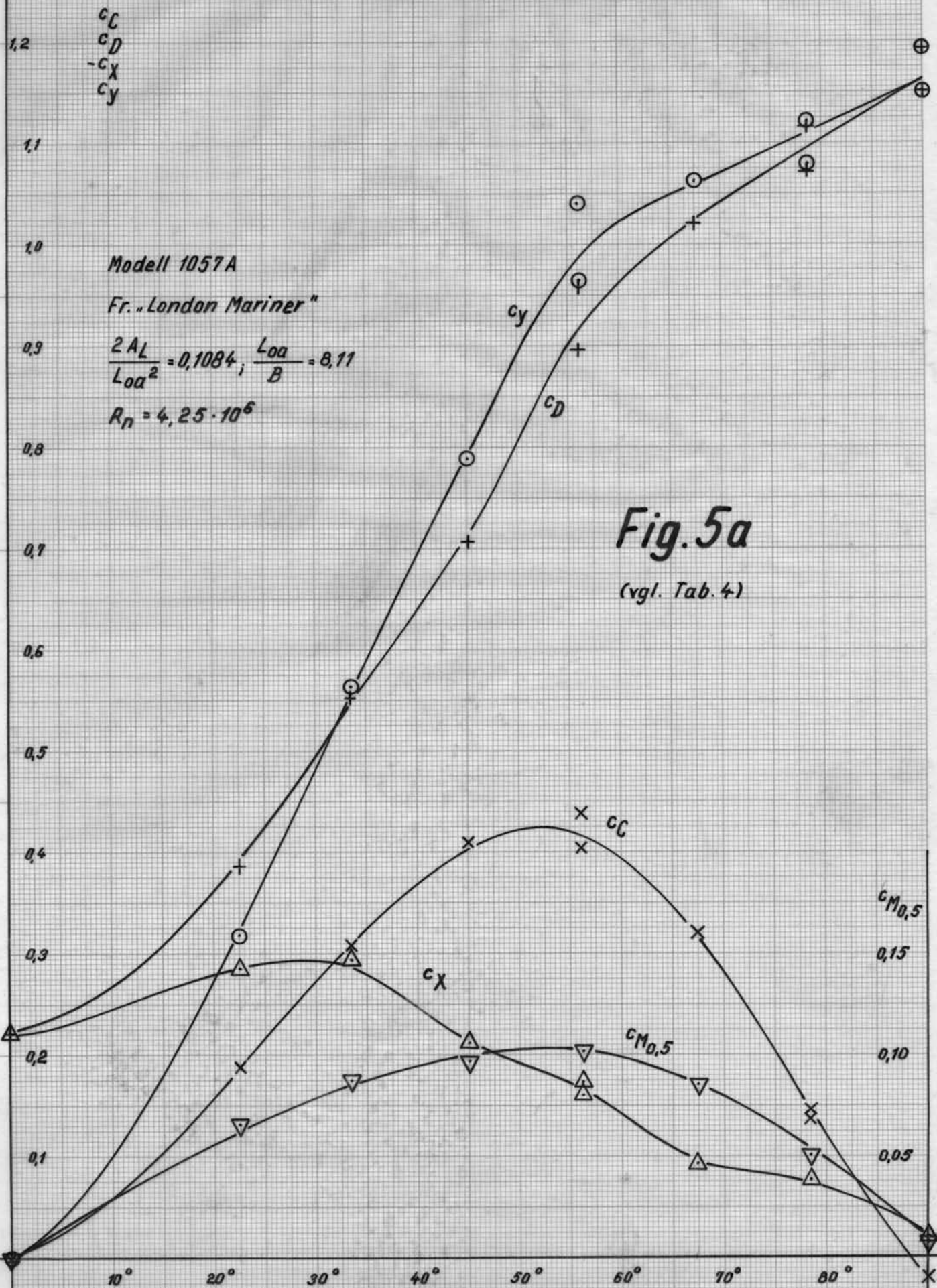
Modell 970 A (achterl. Anstr.)
 Tanker „San Gerardo“
 $\frac{2A_L}{Loa^2} = 0,1240; \frac{Loa}{B} = 7,94$
 $R_n = 4,17 \cdot 10^6$

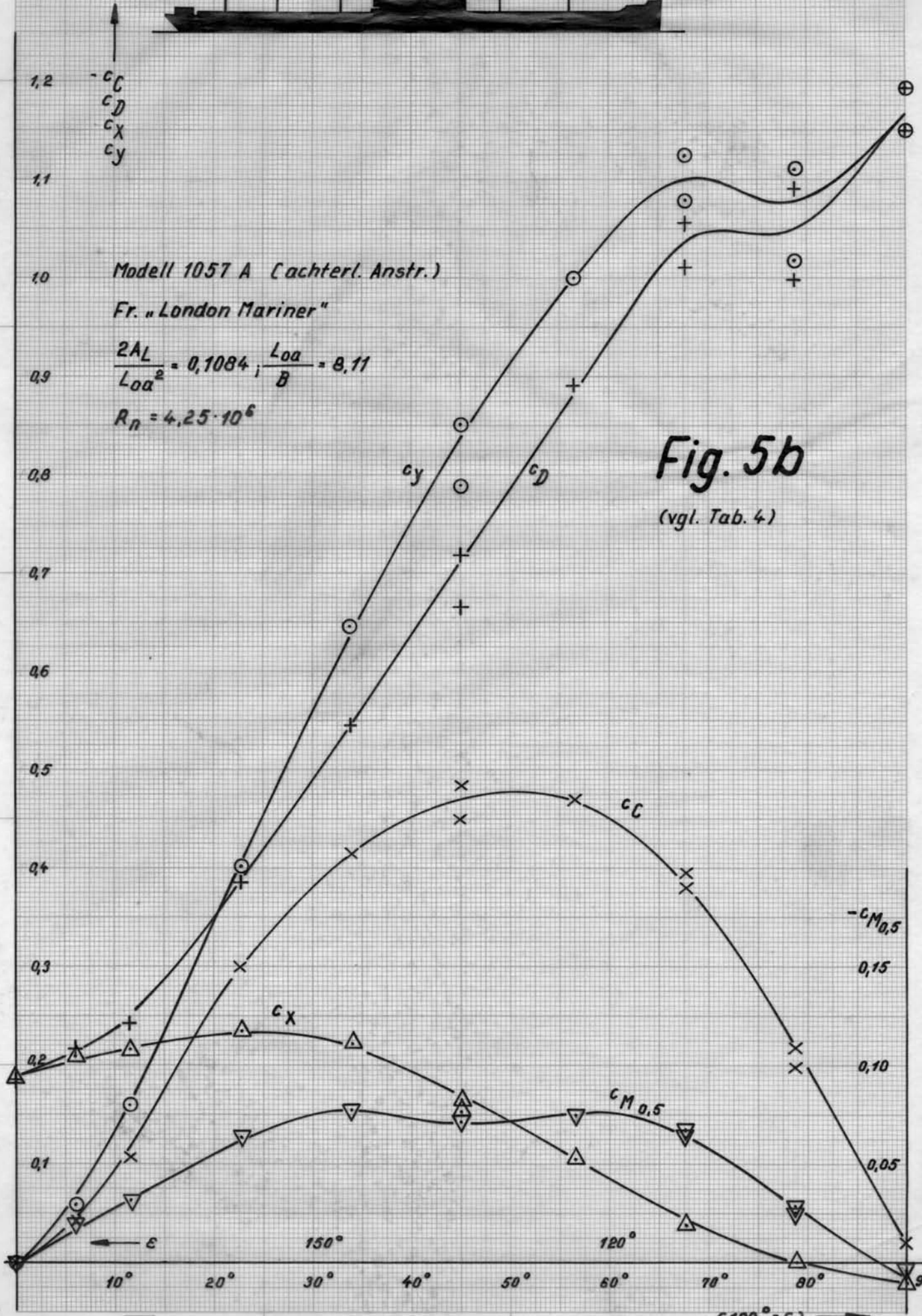
Fig. 3b
 (vgl. Tab. 2)

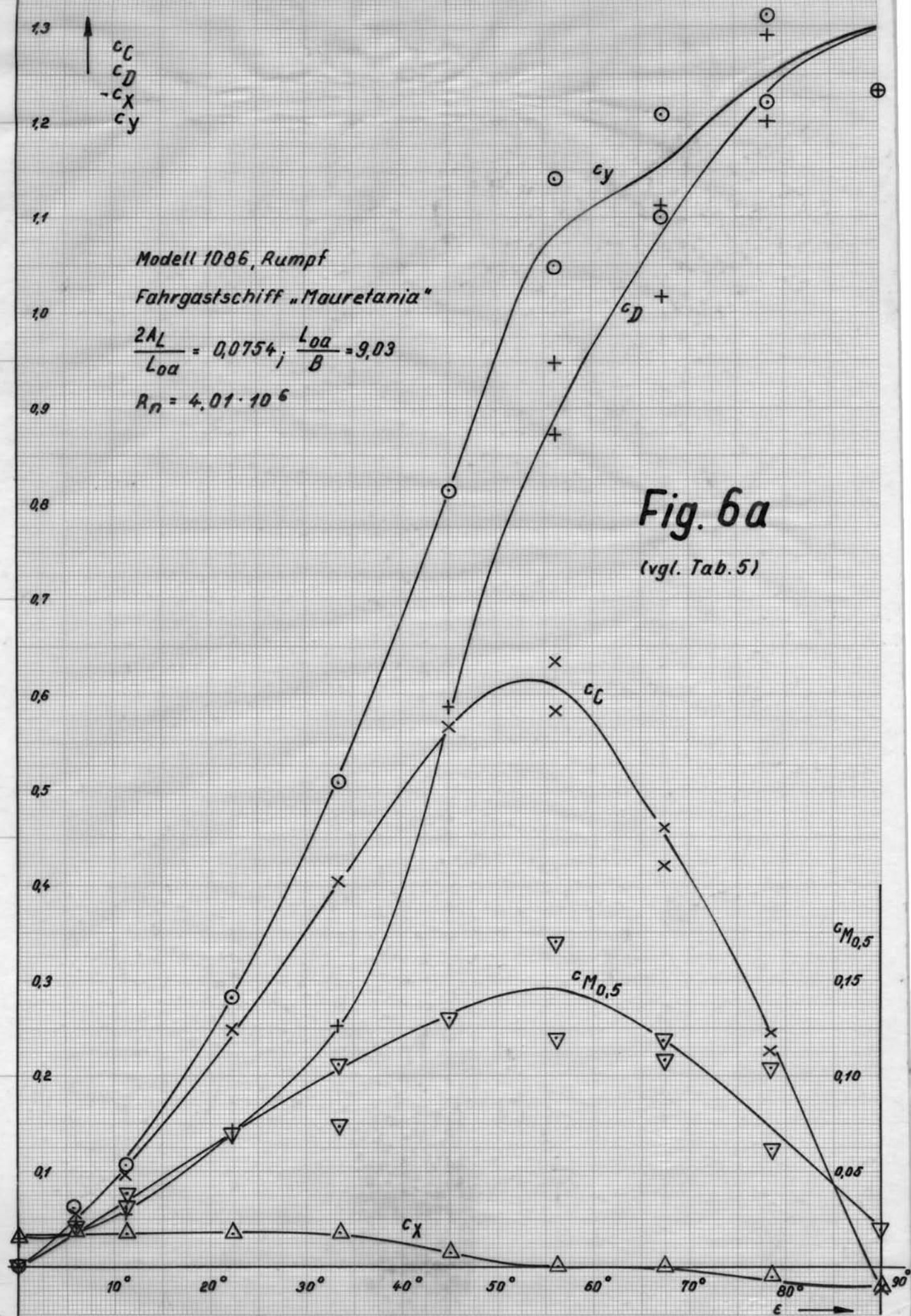


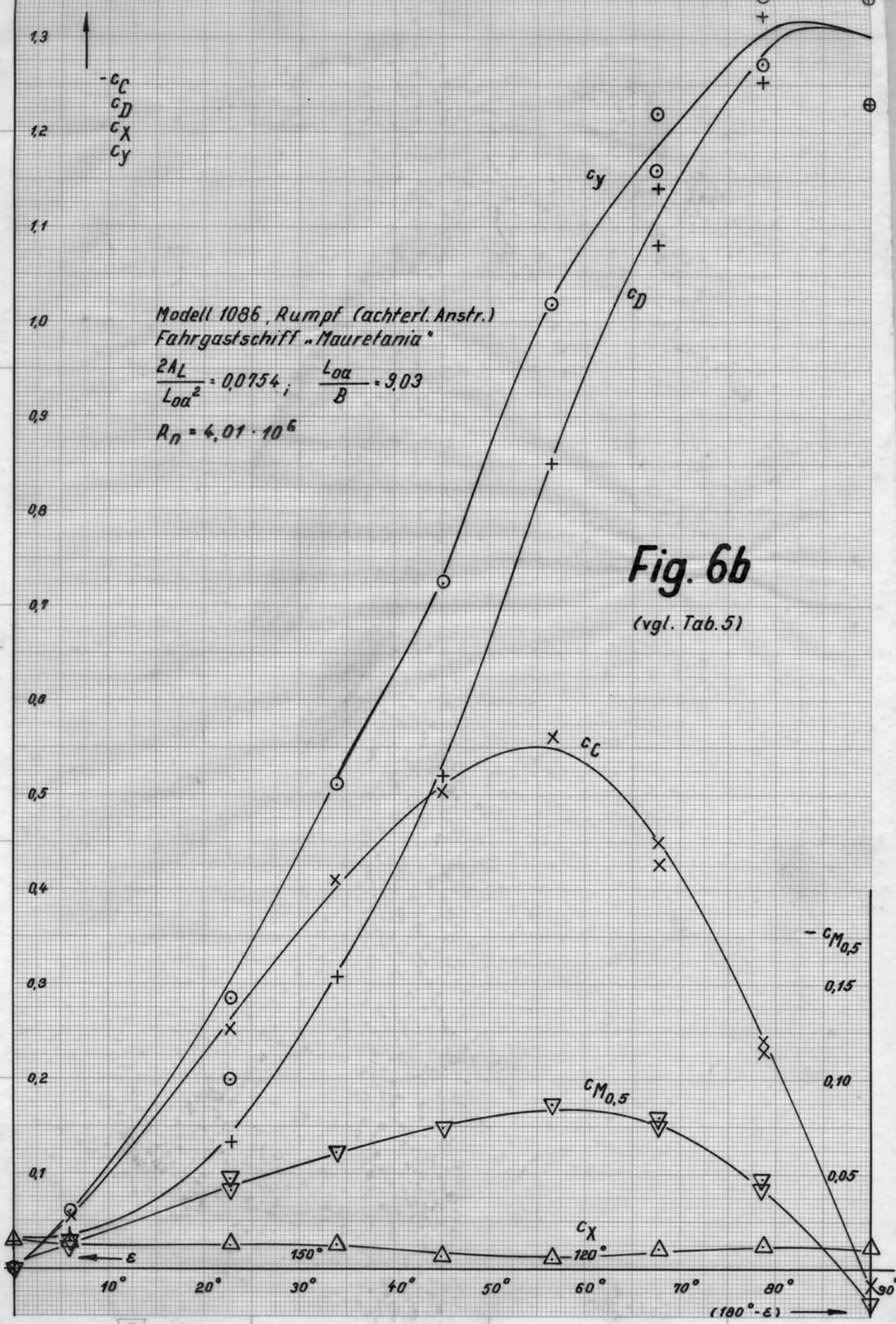












1,3

1,2

1,1

1,0

0,9

0,8

0,7

0,6

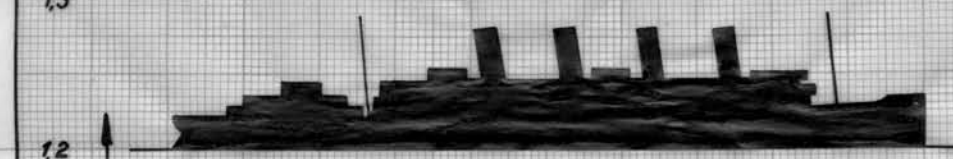
0,5

0,4

0,3

0,2

0,1



c_L
 c_D
 $-c_X$
 c_Y

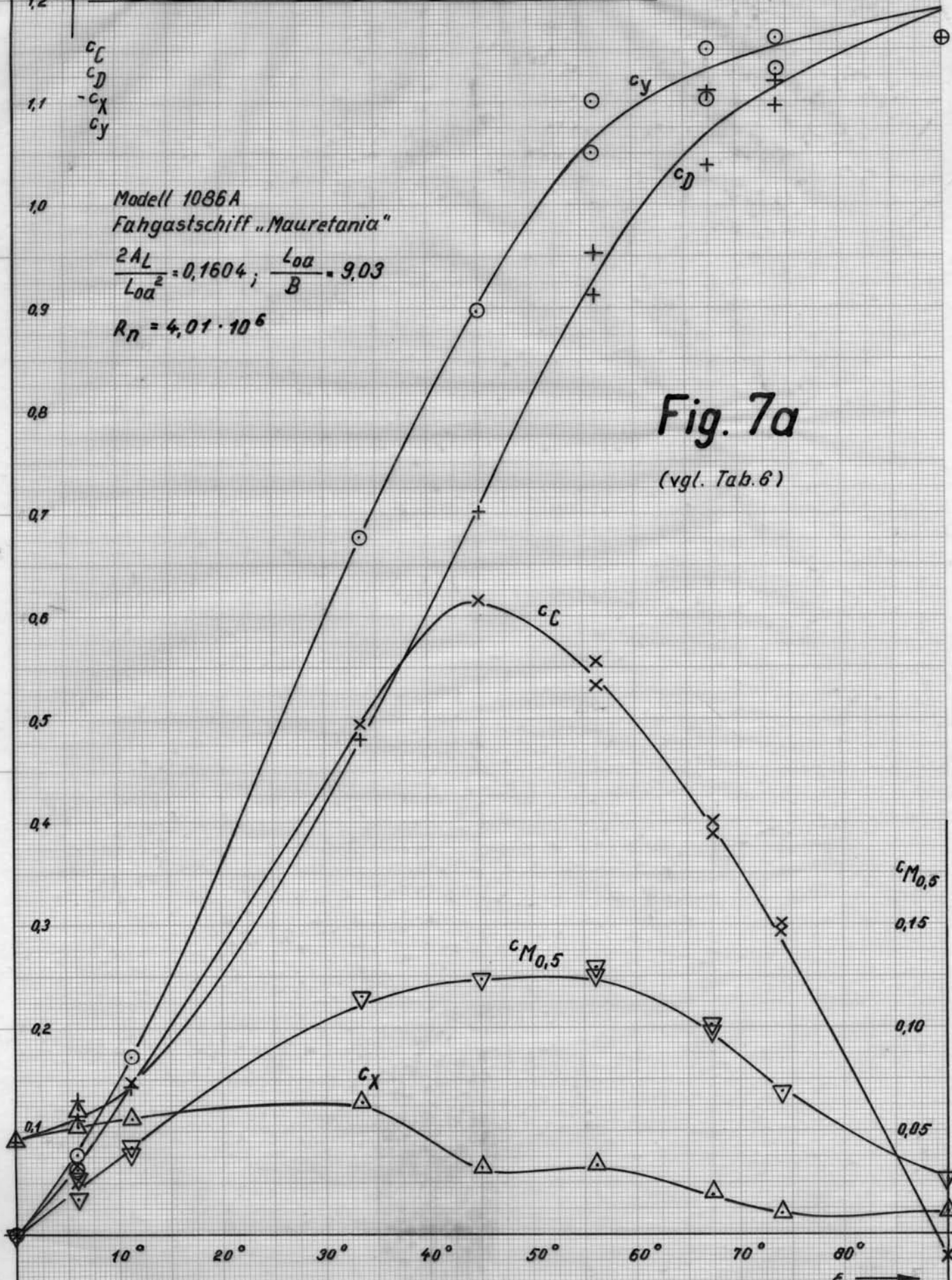
Modell 1086A
 Fahrgastschiff „Mauretania“

$$\frac{2AL}{L_{oa}^2} = 0,1604; \quad \frac{L_{oa}}{B} = 9,03$$

$$R_n = 4,01 \cdot 10^6$$

Fig. 7a

(vgl. Tab. 6)



$c_{M0,5}$
 0,15
 0,10
 0,05

ϵ →

1,3

1,2

1,1

1,0

0,9

0,8

0,7

0,6

0,5

0,4

0,3

0,2

0,1

0,05

$-c_c$
 c_D
 c_X
 c_Y

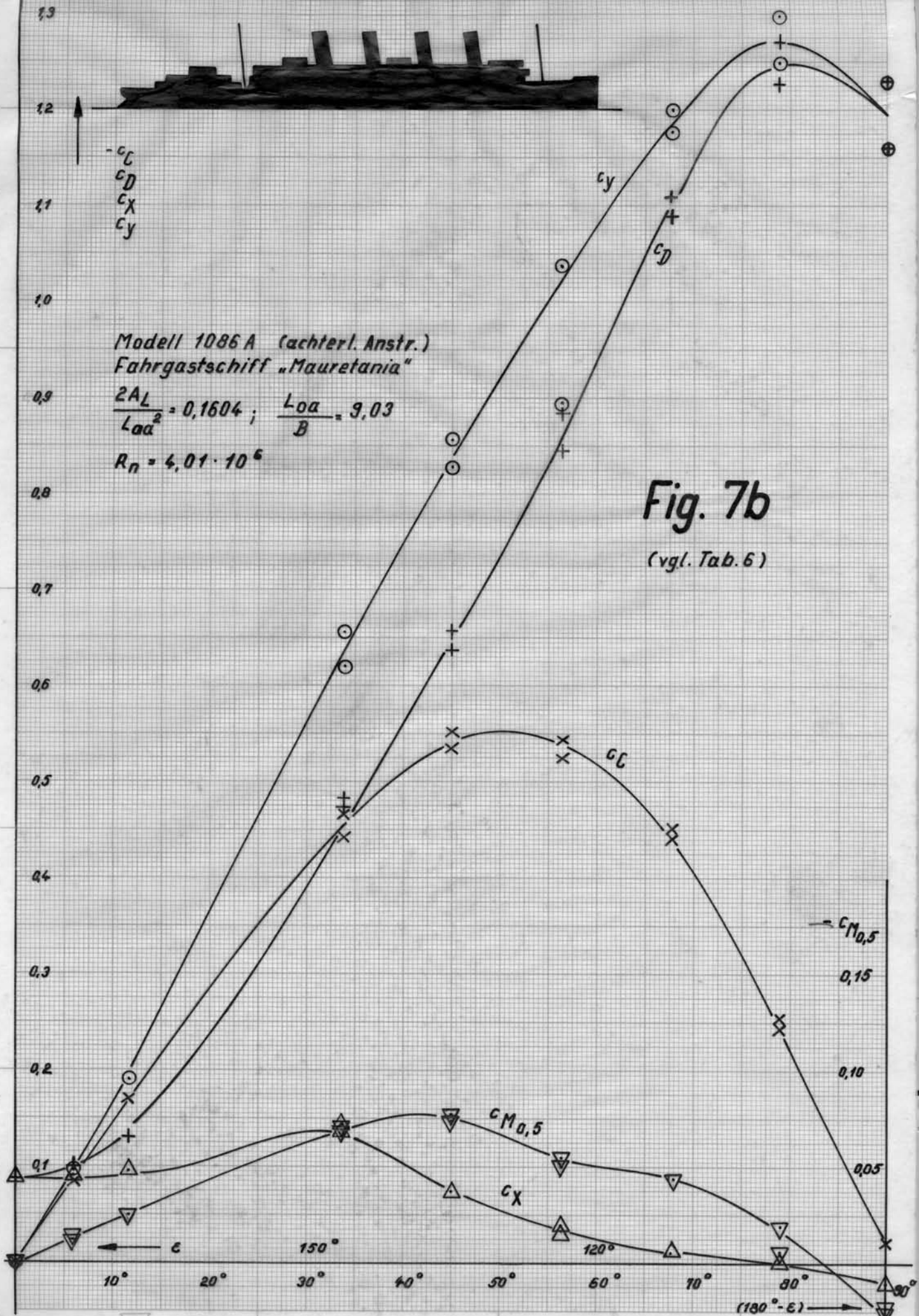
Modell 1086 A (achterl. Anstr.)
Fahrgastschiff „Mauretania“

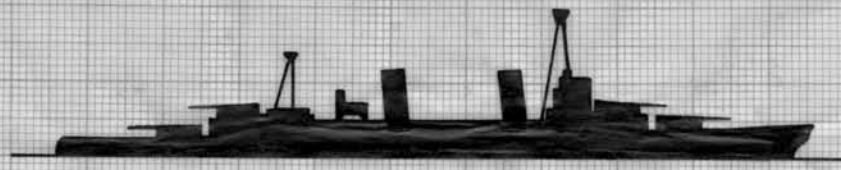
$$\frac{2A_L}{L_{oa}^2} = 0,1604; \quad \frac{L_{oa}}{B} = 9,03$$

$$R_n = 4,01 \cdot 10^6$$

Fig. 7b

(vgl. Tab. 6)





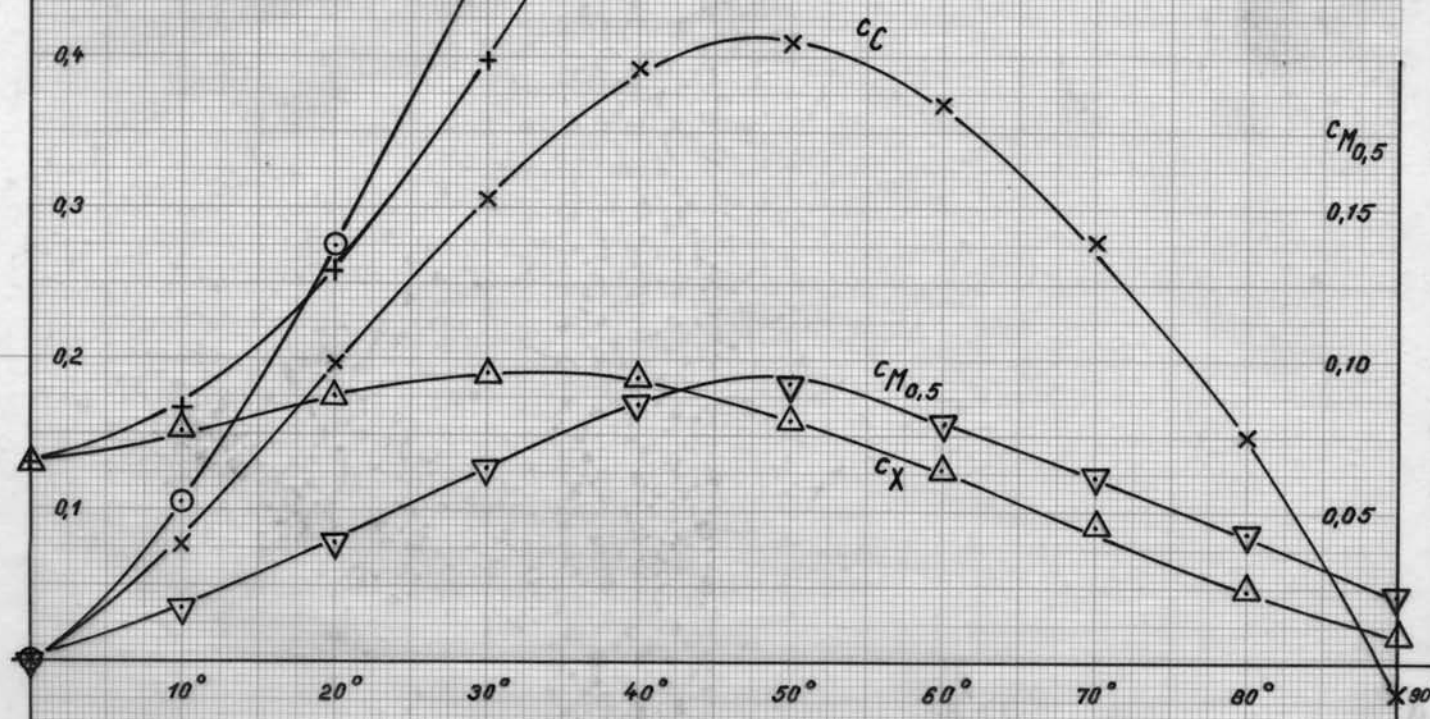
1,3
1,2
1,1
1,0
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1

↑

c_C
 c_D
 $-c_X$
 c_Y

L. Kreuzer „Pensacola“
 $\frac{2AL}{L_{oa}^2} = 0,1010$; $\frac{L_{oa}}{B} = 9,85$
 $R_n = 0,856 \cdot 10^6$

Fig. 8
(vgl. Tab. 7)



1,3

1,2

1,1

1,0

0,9

0,8

0,7

0,6

0,5

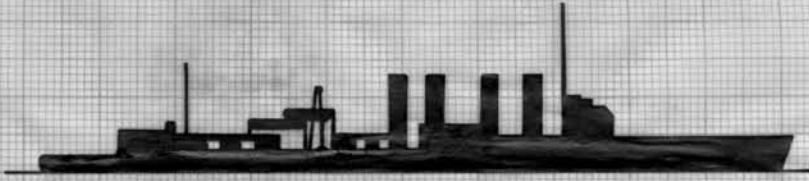
0,4

0,3

0,2

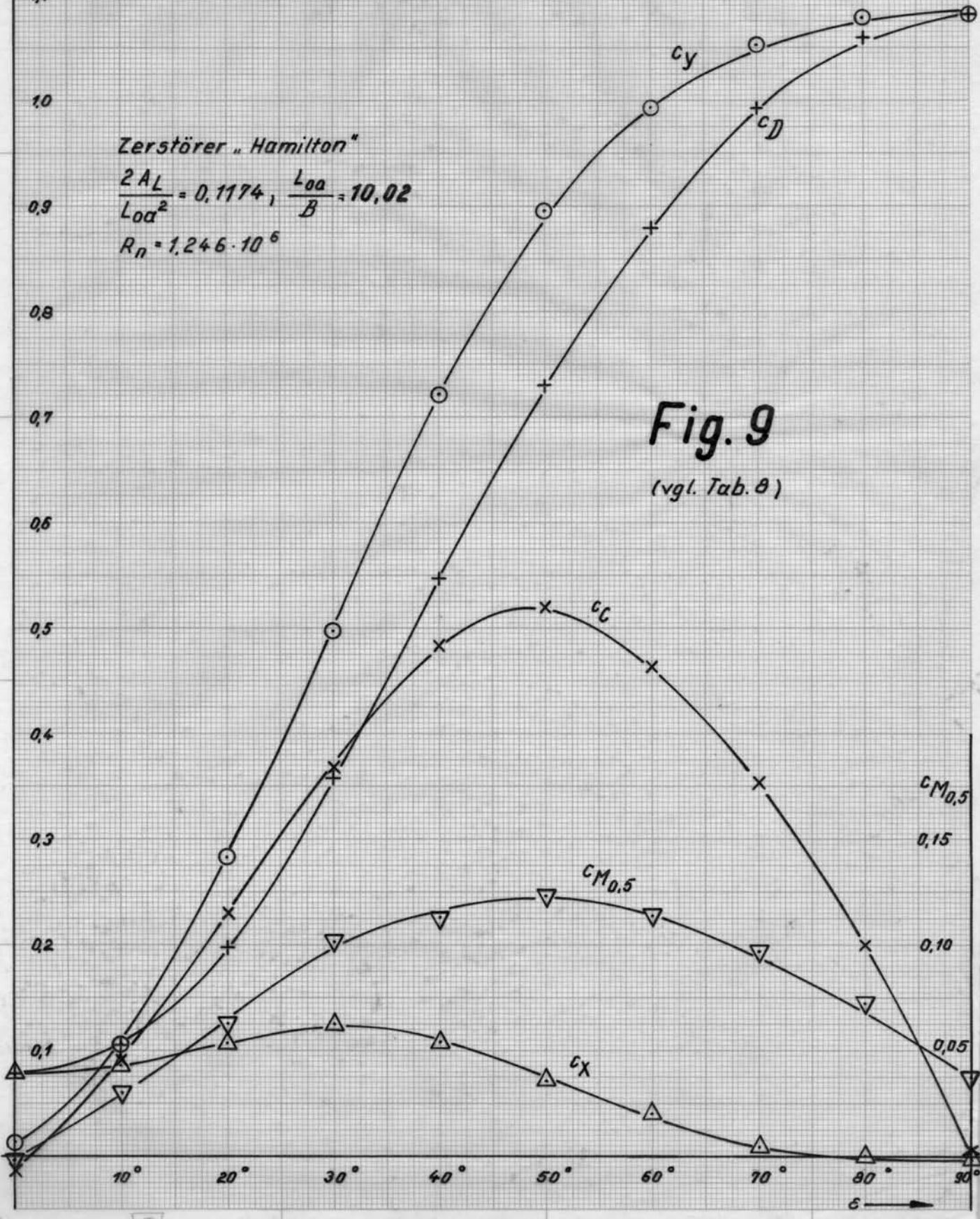
0,1

c_c
 c_D
 $-c_x$
 c_y



Zerstörer „Hamilton“
 $\frac{2AL}{L_{0a}^2} = 0,1174, \frac{L_{0a}}{B} = 10,02$
 $R_n = 1,246 \cdot 10^6$

Fig. 9
(vgl. Tab. 8)



$c_{M_{0,5}}$
0,15
0,10
0,05

α



1,3

1,2

1,1

1,0

0,9

0,8

0,7

0,6

0,5

0,4

0,3

0,2

0,1

c_c
 c_D
 $-c_x$
 c_y

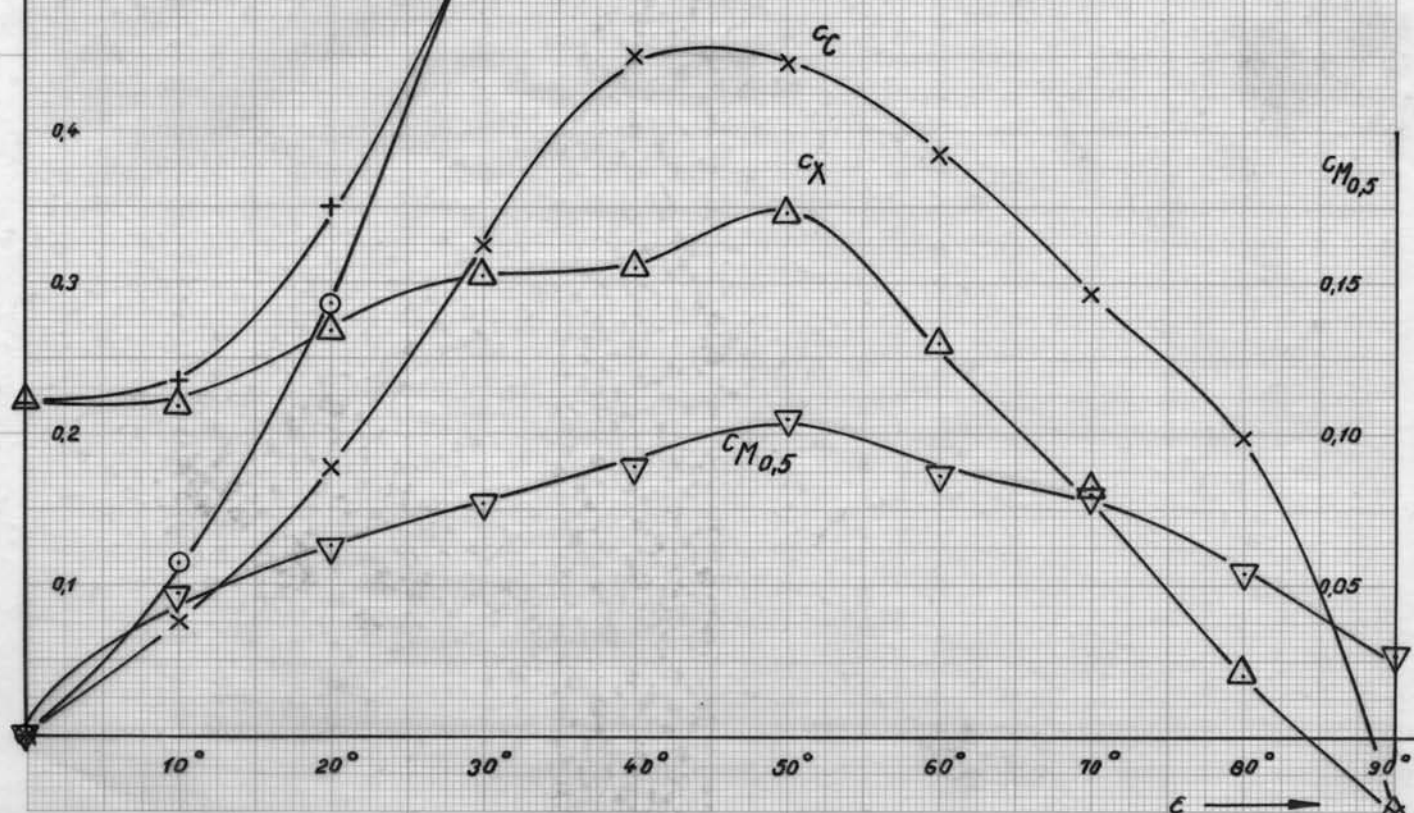
Frachter „Nissei Maru“
voll beladen

$$\frac{2AL}{L_{oa}} = 0,1044 \quad \frac{L_{oa}}{B} = 7,88$$

$$R_n = 2,9 \cdot 10^6$$

Fig. 10a

(vgl. Tab. 9)



$CM_{0.5}$

0,15

0,10

0,05

α

10°

20°

30°

40°

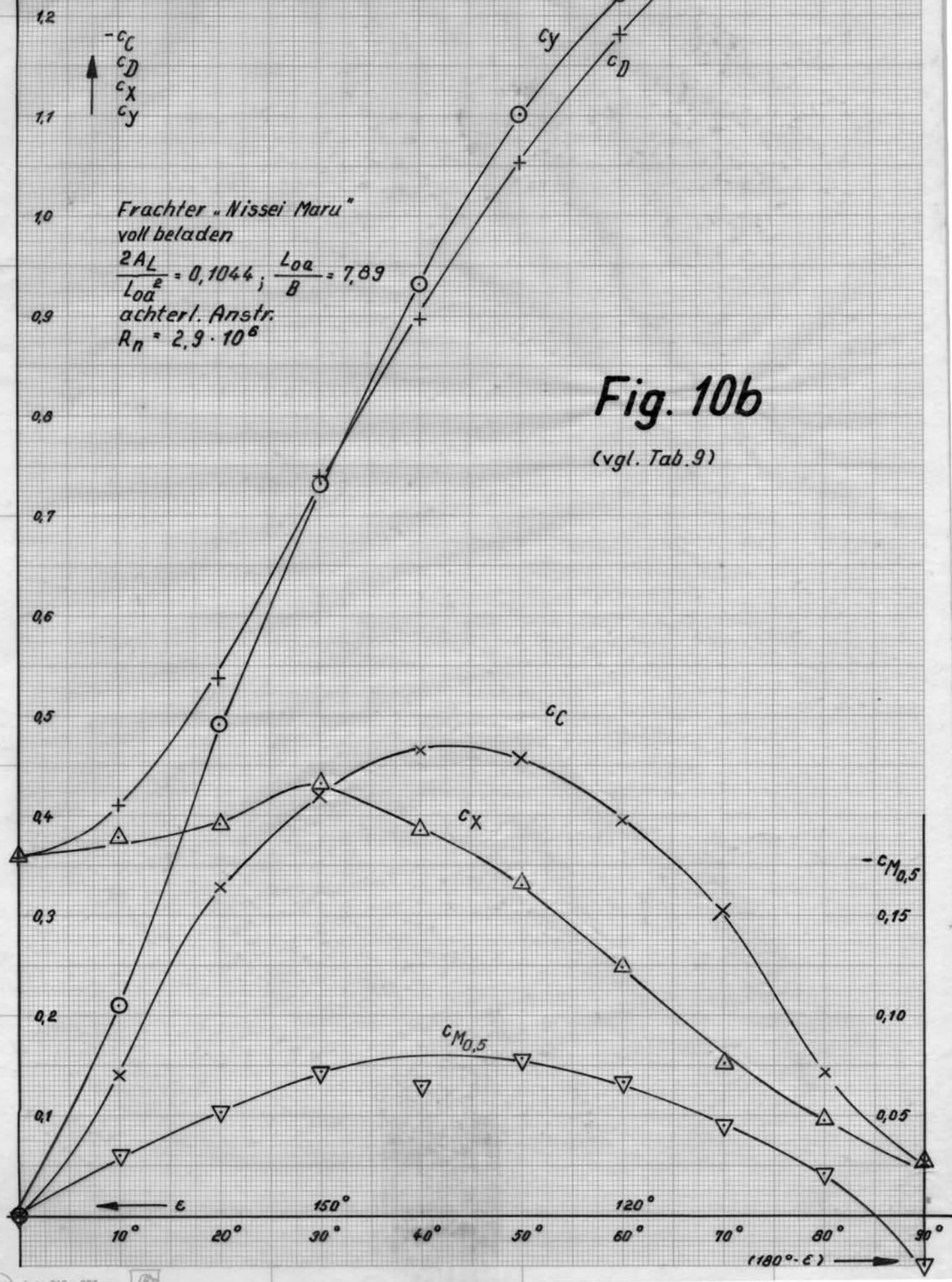
50°

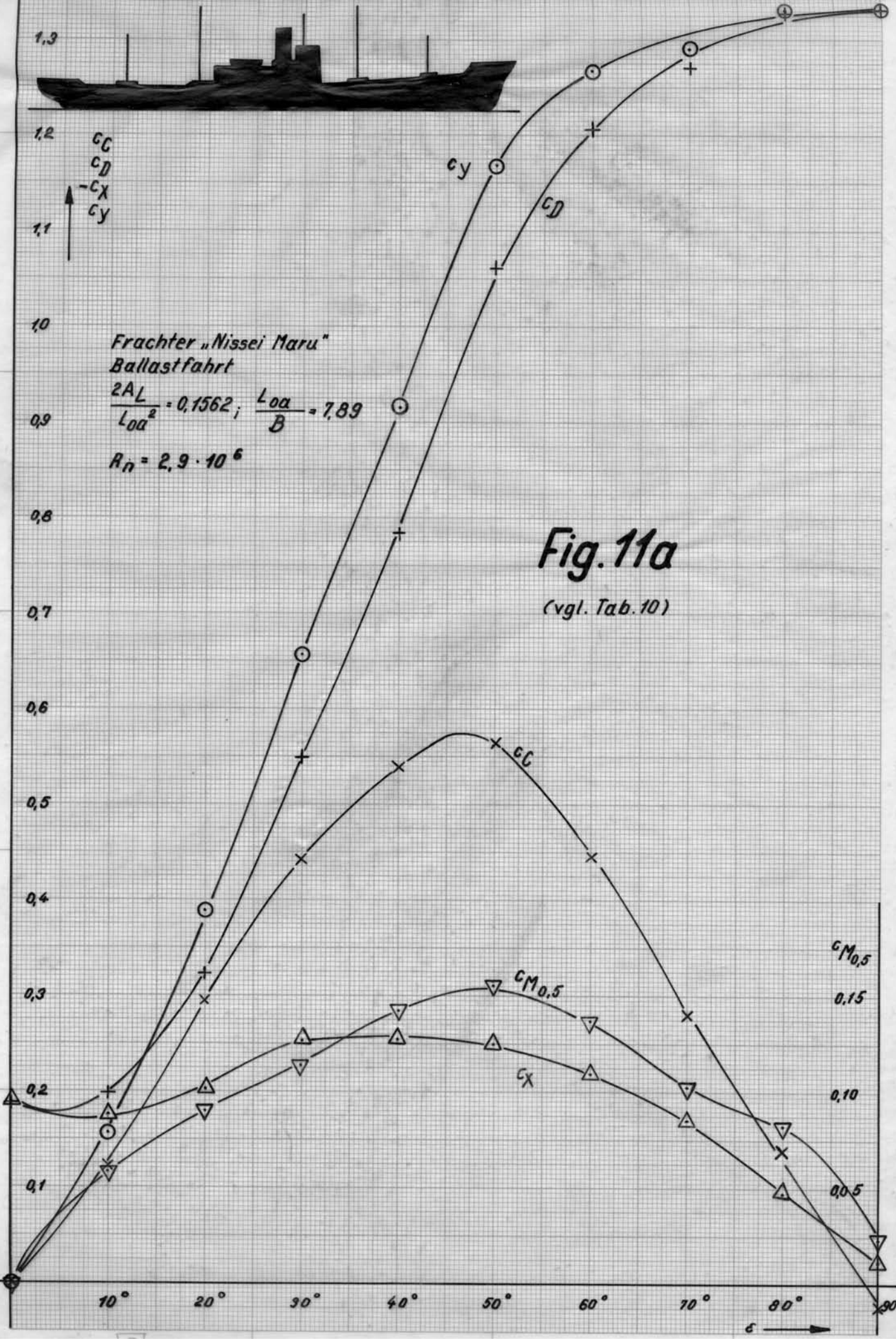
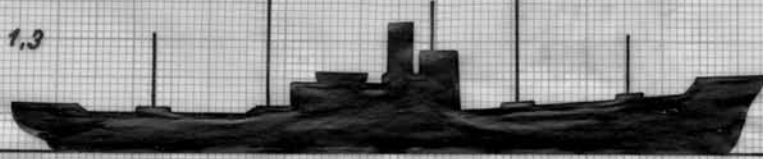
60°

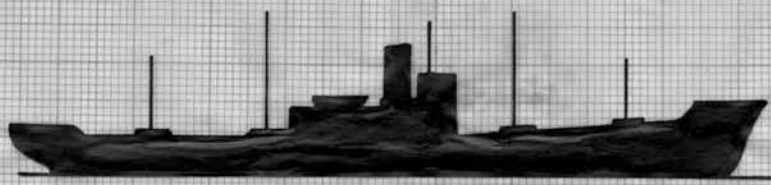
70°

80°

90°







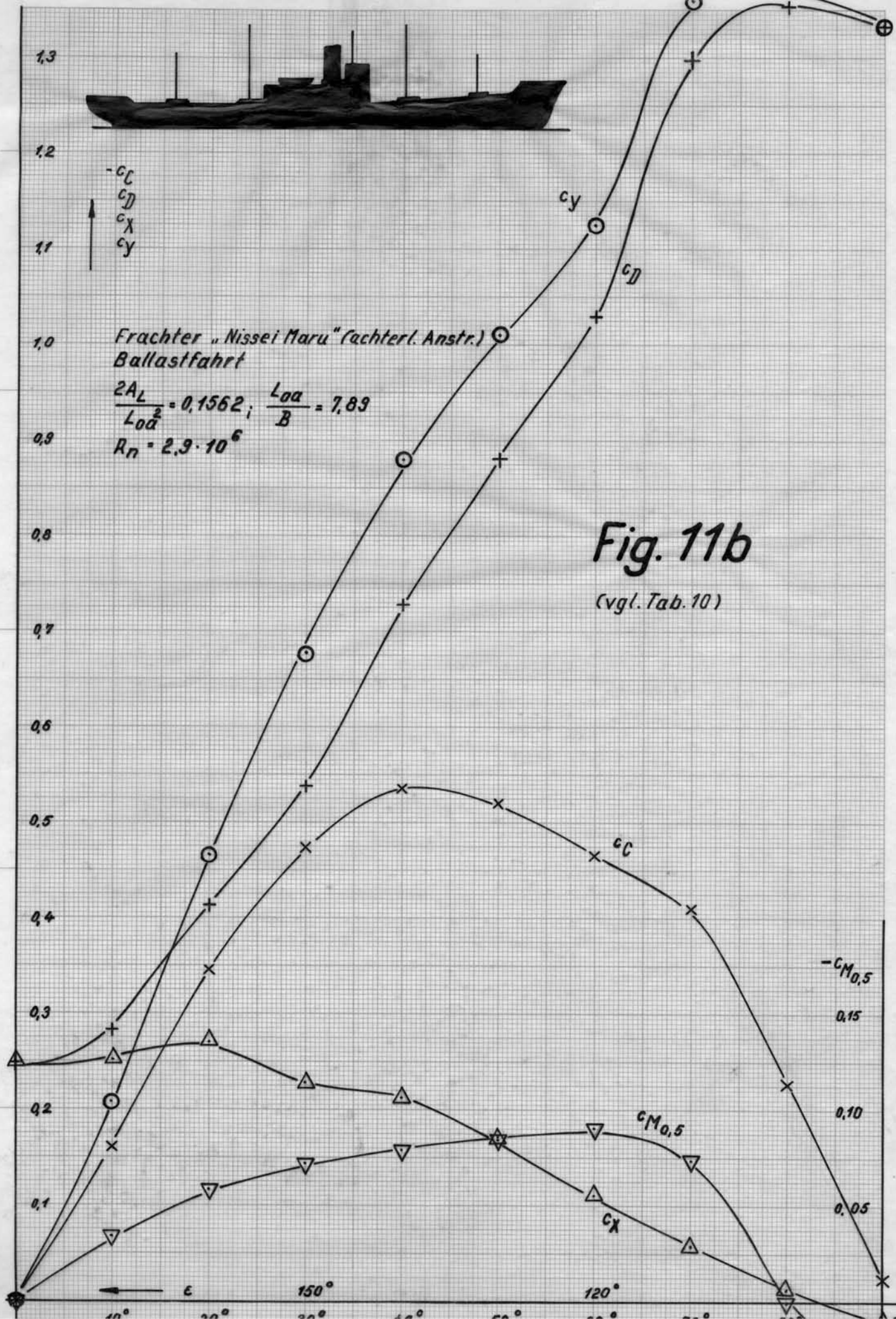
1,3
1,2
1,1
1,0
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1

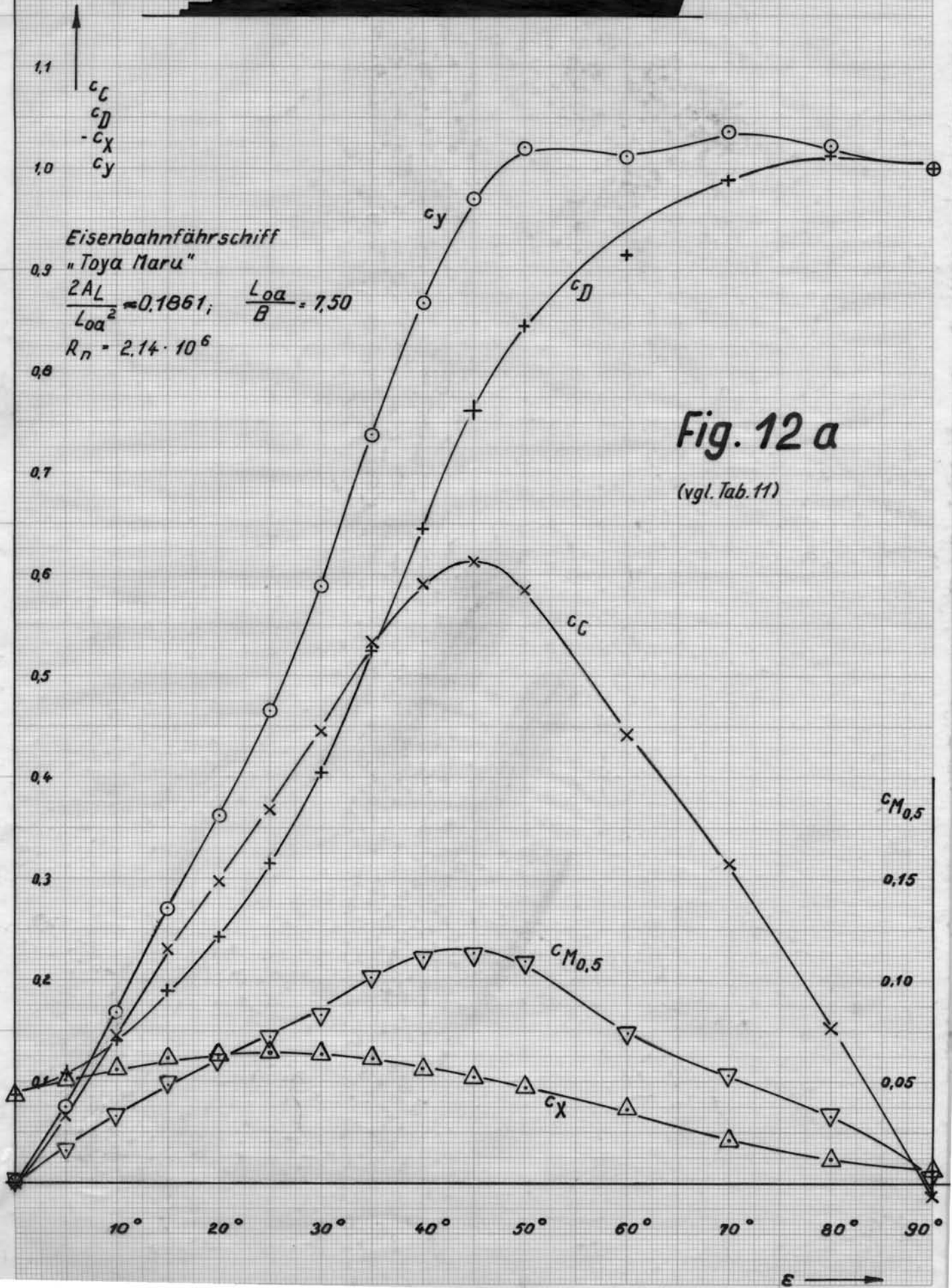
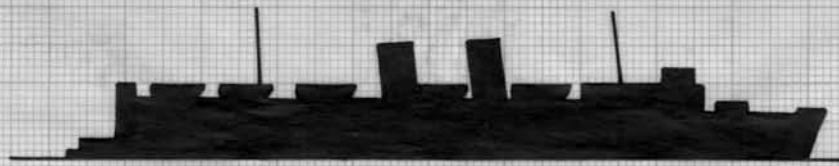
-c_c
c_η
c_x
c_y

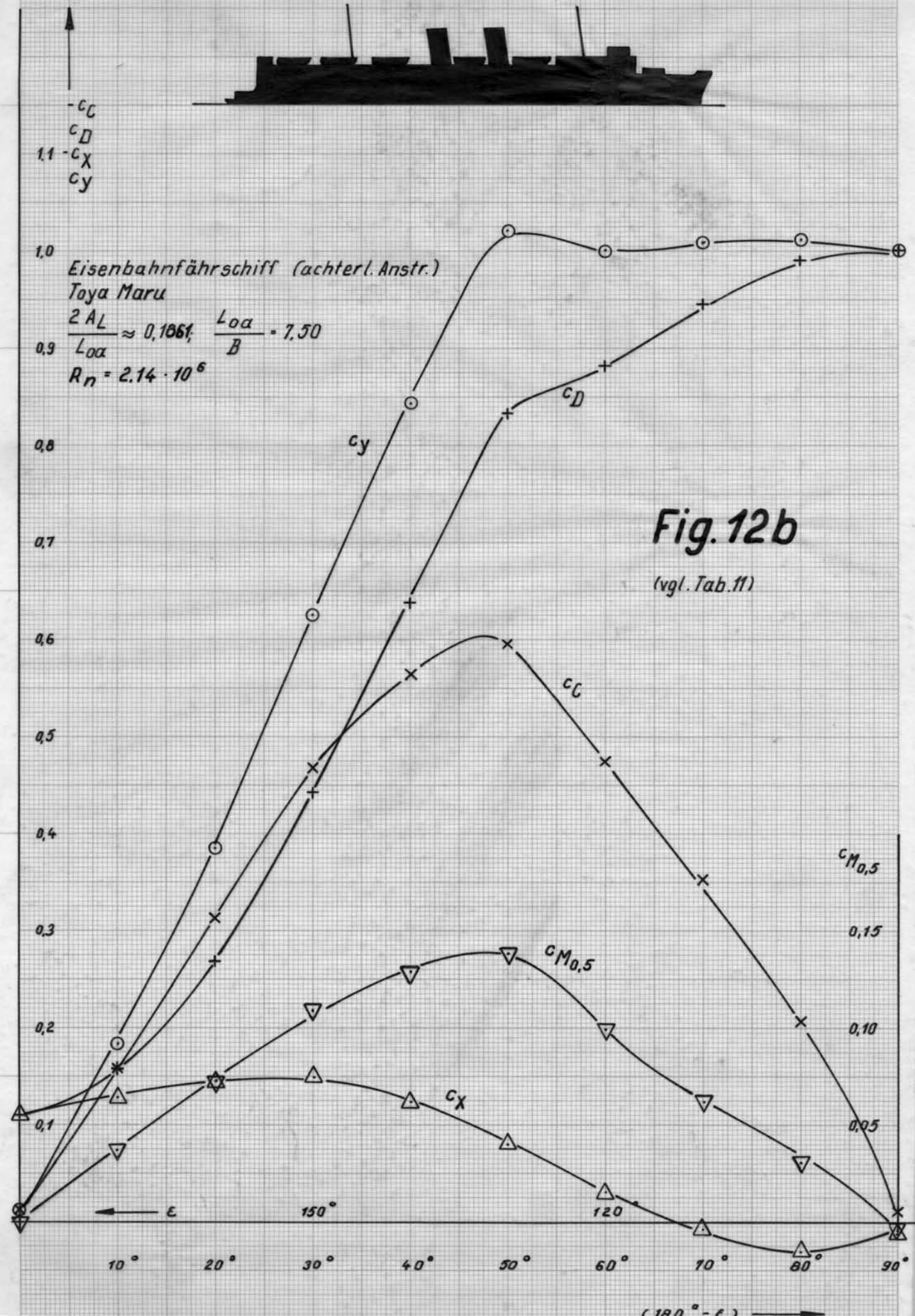
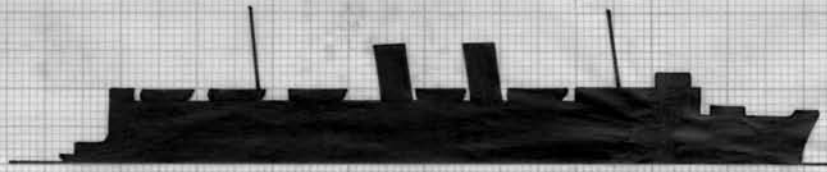
Frachter „Nissei Maru“ (achterl. Anstr.)
Ballastfahrt
 $\frac{2A_L}{Loa^2} = 0,1562$; $\frac{Loa}{B} = 7,89$
 $R_n = 2,9 \cdot 10^6$

Fig. 11b

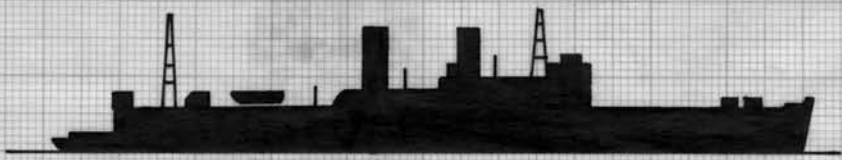
(vgl. Tab. 10)







c_c
 c_D
 $-c_x$
 c_y



Fährschiff
Kitami Maru

$\frac{2AL}{Loa^2} = 0,1425; \quad \frac{Loa}{B} = 7,45$
 $R_{\eta} = 2,14 \cdot 10^6$

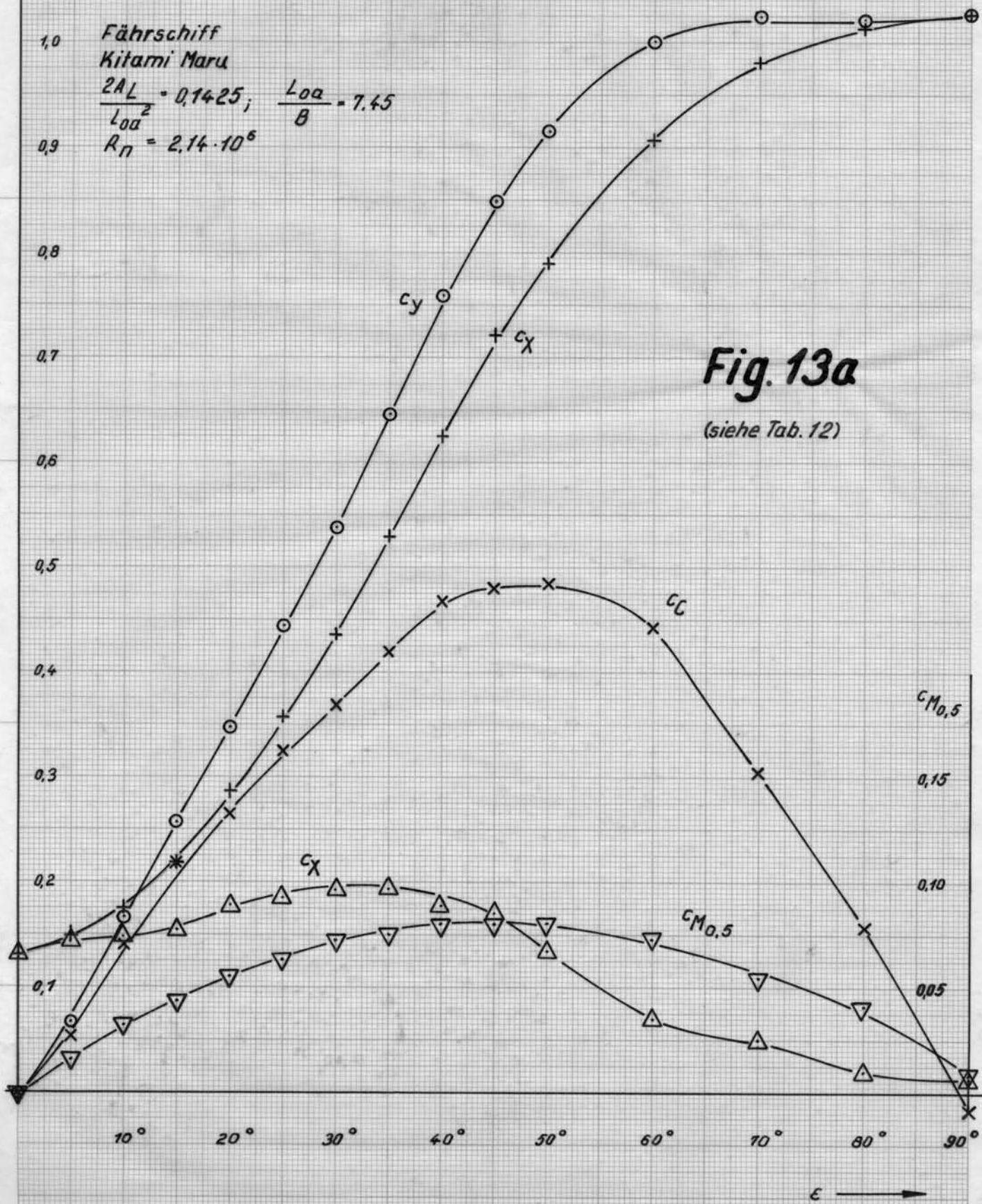
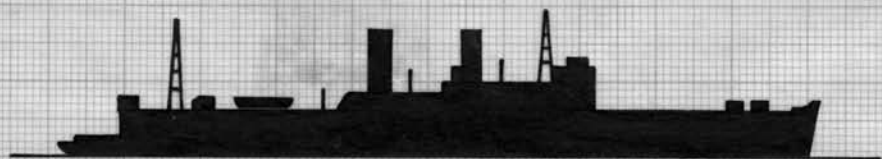


Fig. 13a

(siehe Tab. 12)

$-c_c$
 c_D
 c_X
 c_y



1,1

1,0

0,9

0,8

0,7

0,6

0,5

0,4

0,3

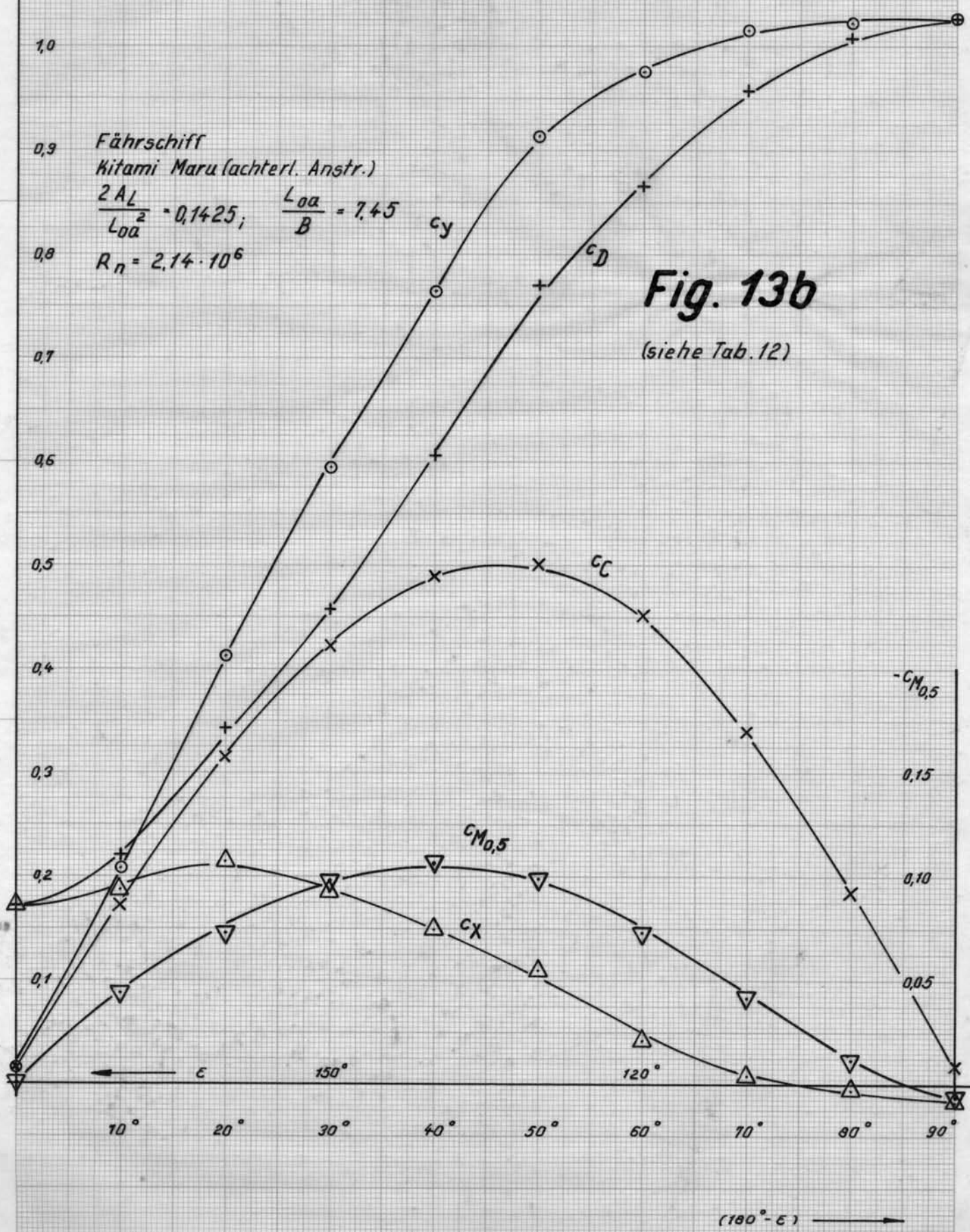
0,2

0,1

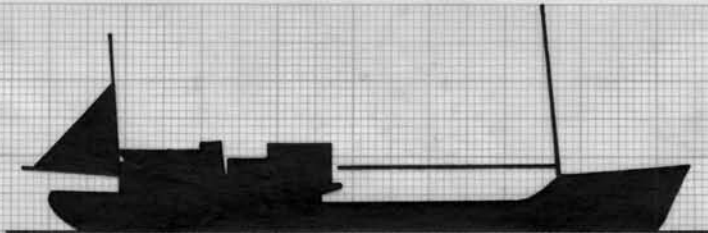
Fährschiff
 Kitami Maru (achterl. Anstr.)
 $\frac{2AL}{L_{0\alpha}^2} = 0,1425$; $\frac{L_{0\alpha}}{B} = 7,45$
 $R_n = 2,14 \cdot 10^6$

Fig. 13b

(siehe Tab. 12)



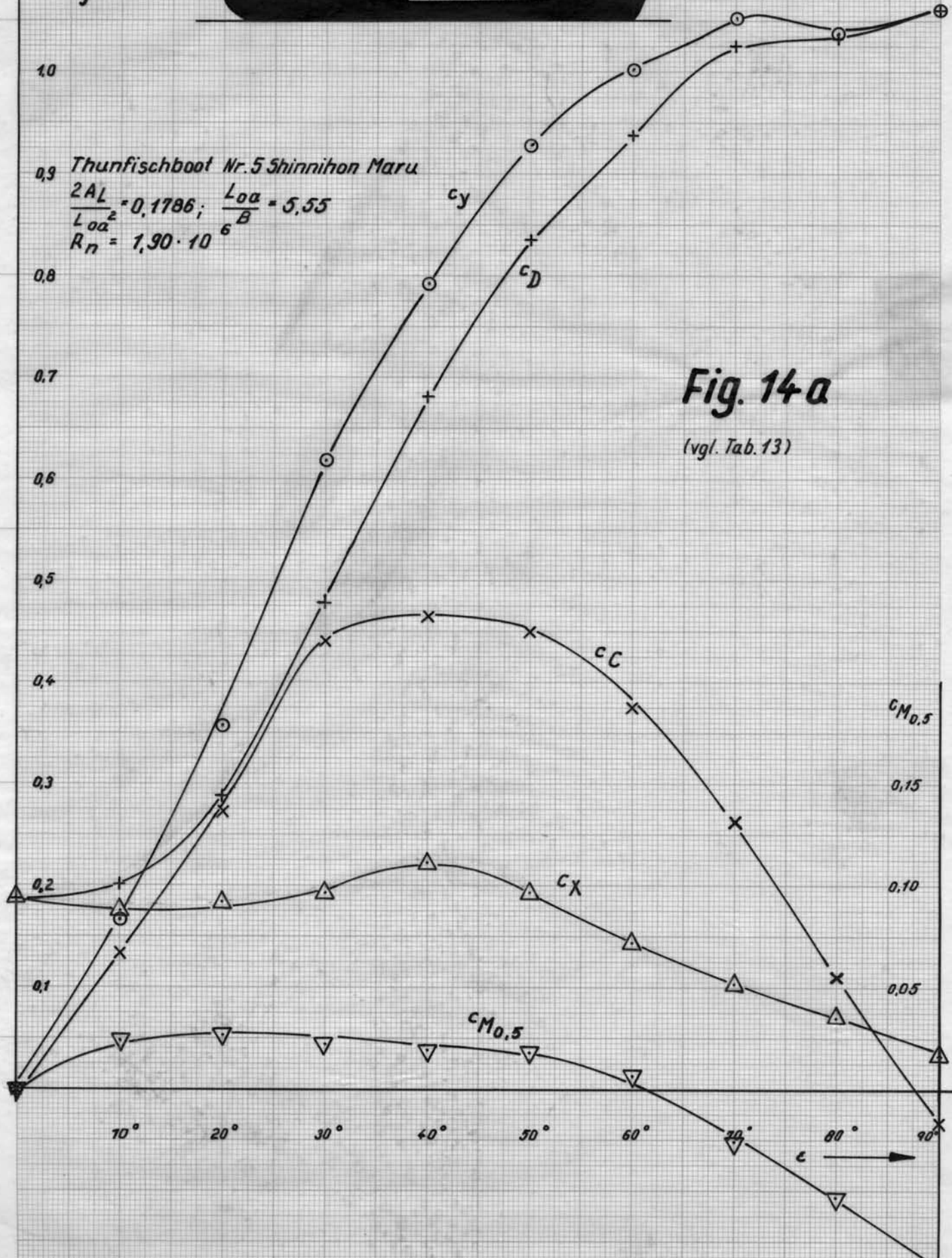
c_c
 c_D
 c_x
 c_y



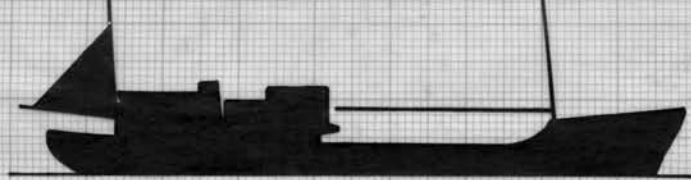
Thunfischboot Nr. 5 Shinnihon Maru
 $\frac{2AL}{Loa^2} = 0,1786$; $\frac{Loa}{B} = 5,55$
 $R_n = 1,90 \cdot 10^6$

Fig. 14a

(vgl. Tab. 13)



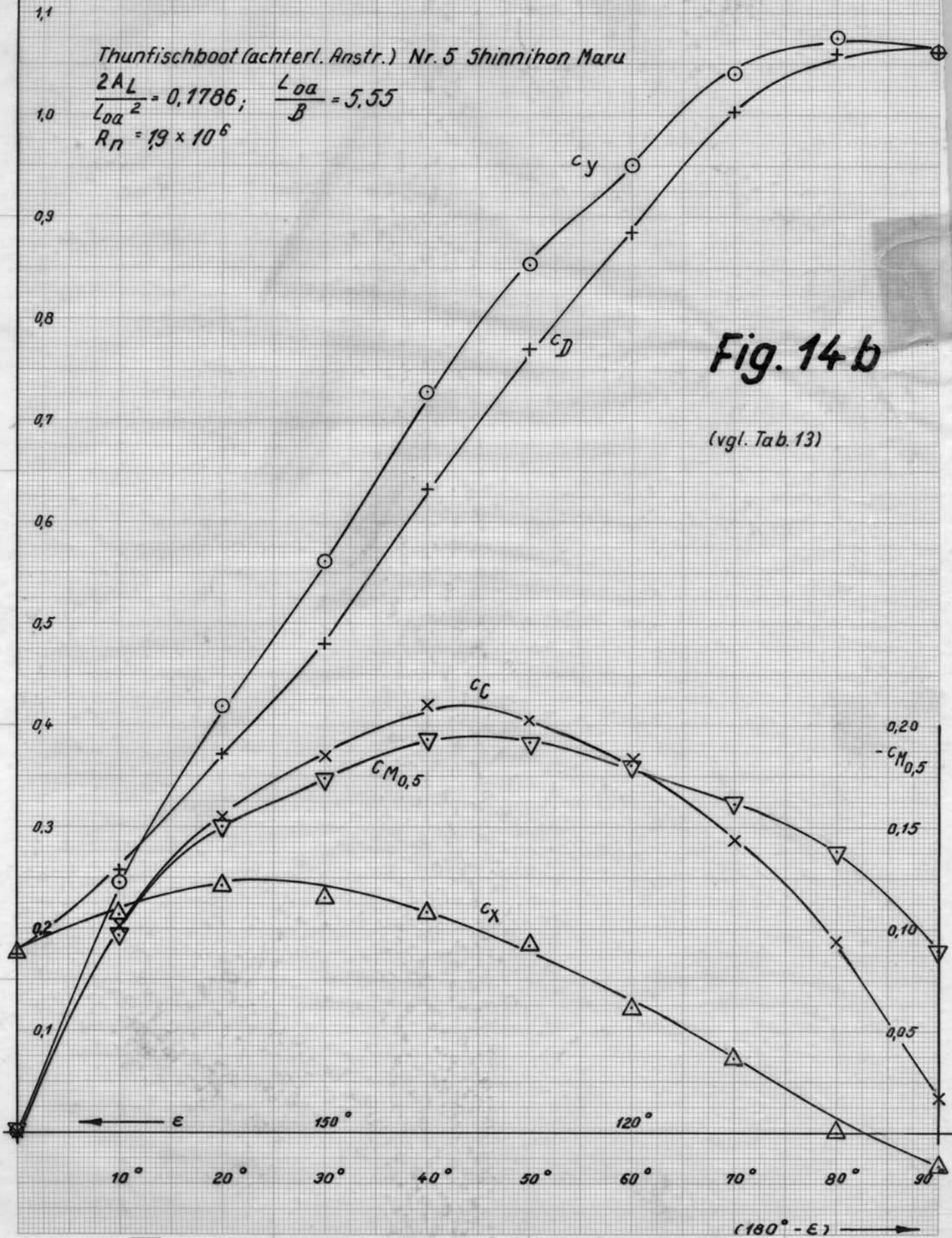
-c_c
c_D
-c_x
c_y



Thunfischboot (achterl. Anstr.) Nr. 5 Shinnihon Maru

$$\frac{2AL}{L_{oa}^2} = 0,1786; \quad \frac{L_{oa}}{B} = 5,55$$

$$R_n = 19 \times 10^6$$



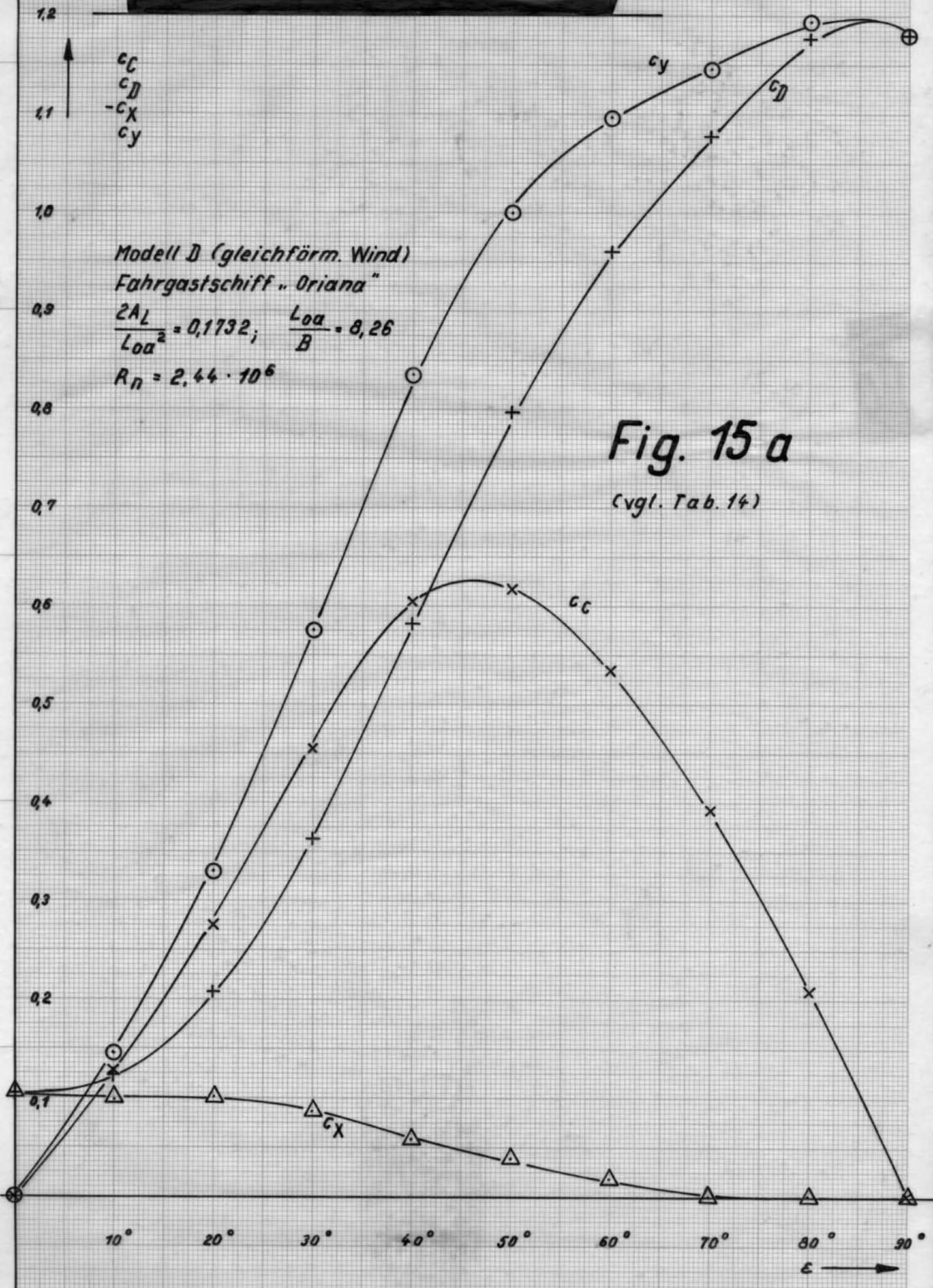
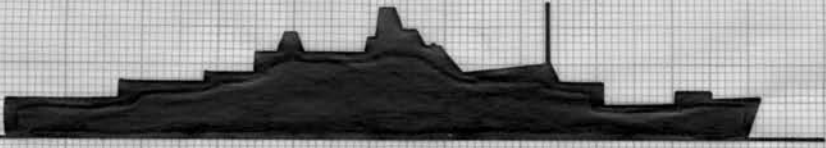
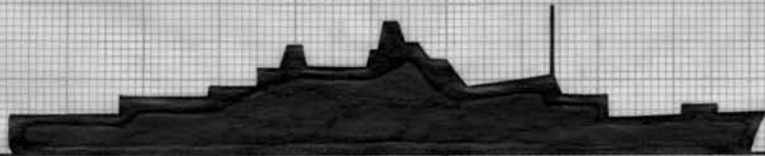


Fig. 15 a
(vgl. Tab. 14)

1,2



↑
 $-c_c$
 c_D
 c_X
 c_y

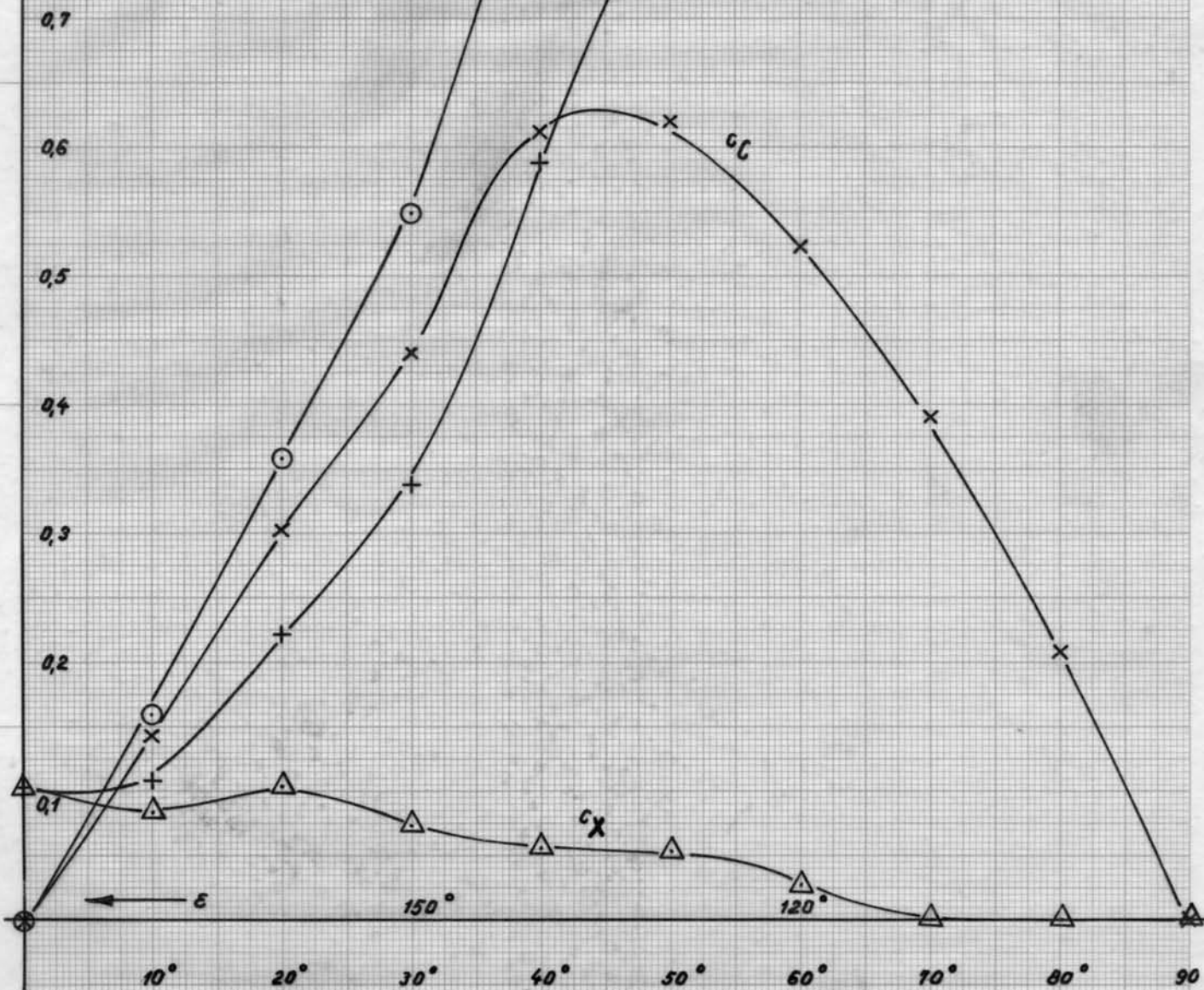
Modell D (gleichf. Wind)
 fächerl. Anstr.)
 Fahrgastschiff „Oriana“

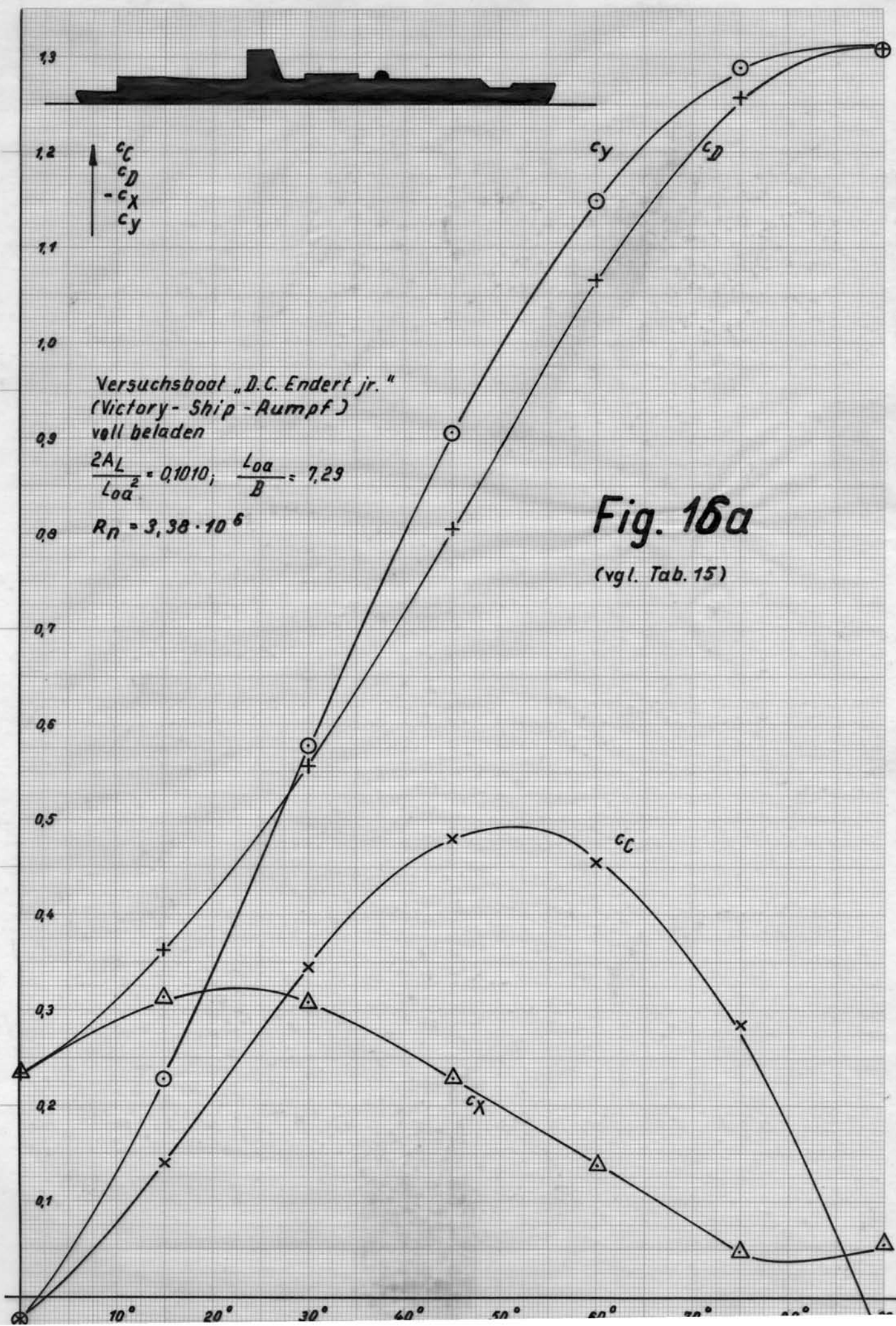
$$\frac{2AL}{L_{Da}^2} = 0,1732; \quad \frac{L_{Da}}{B} = 8,26$$

$$R_n = 2,44 \cdot 10^6$$

Fig. 15b

(vgl. Tab. 14)





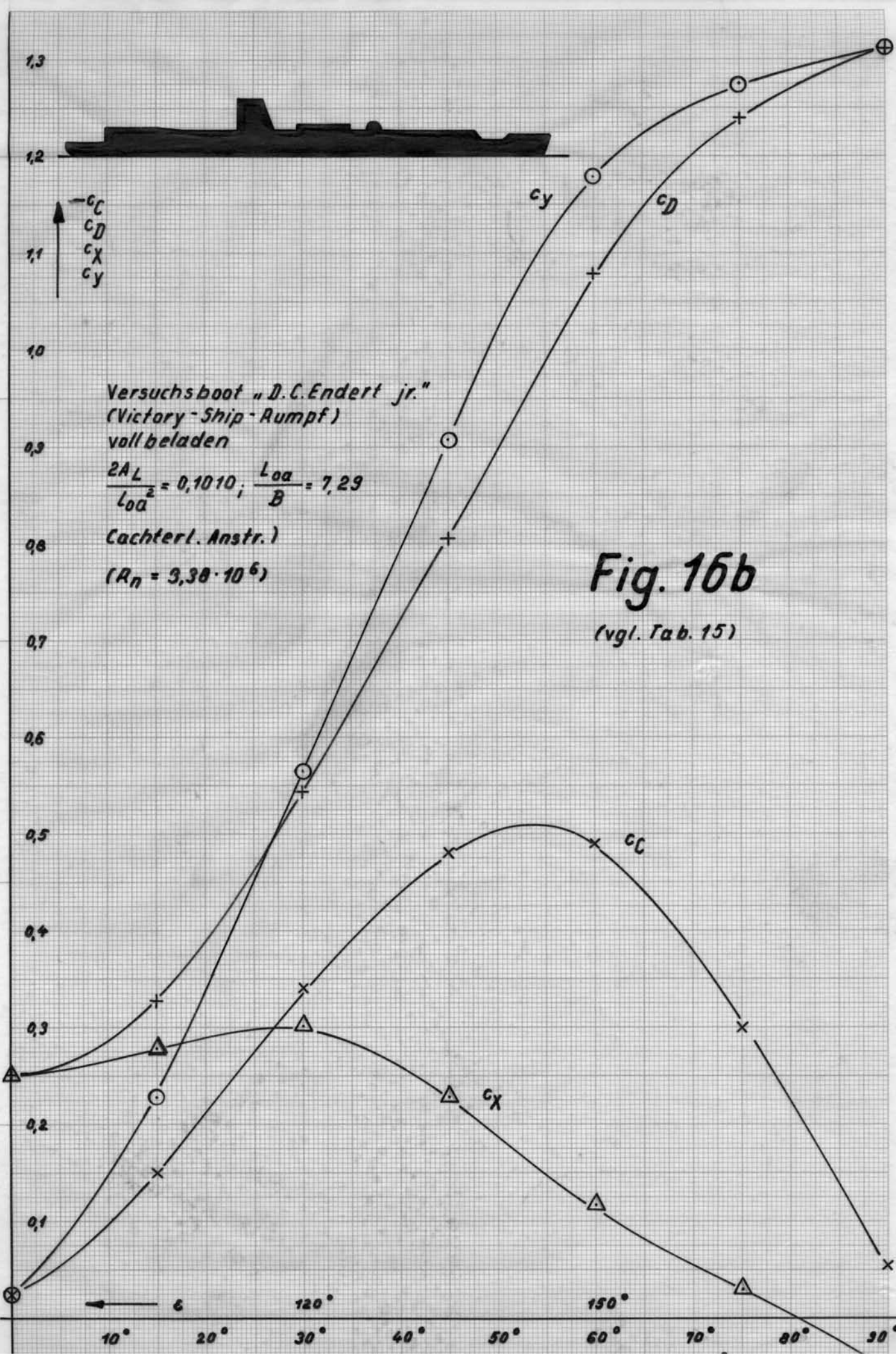
Versuchsboot „D.C. Endert jr.“
(Victory-Ship-Rumpf)
voll beladen

$$\frac{2AL}{Loa^2} = 0,1010; \quad \frac{Loa}{B} = 7,29$$

$$Rn = 3,38 \cdot 10^6$$

Fig. 16a

(vgl. Tab. 15)



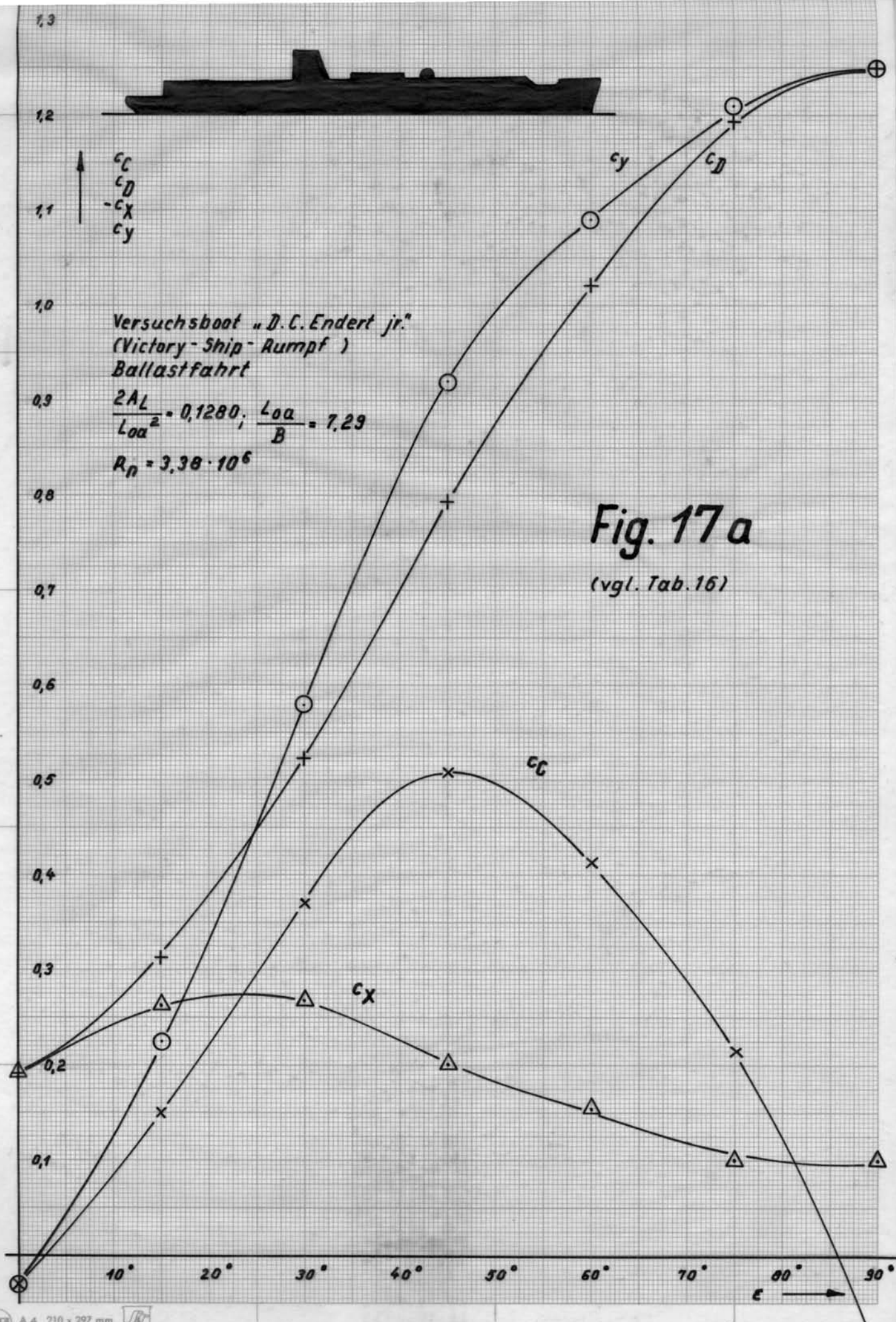


Fig. 17 a
(vgl. Tab. 16)

1,3

1,2

1,1

1,0

0,9

0,8

0,7

0,6

0,5

0,4

0,3

0,2

0,1

110

↑
-c_c
c_D
c_X
c_y

Versuchsboot „D.C. Endert jr“
(Victory-Ship-Rumpf)
Ballastfahrt

$$\frac{2AL}{Loa^2} = 0,1280; \frac{Loa}{B} = 7,29$$

(achterl. Anstr.)

$$R_n = 3,38 \cdot 10^6$$

Fig. 17b

(vgl. Tab. 16)

