

157 | Dezember 1965

SCHRIFTENREIHE SCHIFFBAU

B. Wagner

Auswertung von Windkanalversuchen zur Bestimmung der Luftkräfte an Überwasserschiffen bei inhomogener Strömung

TUHH

Technische Universität Hamburg-Harburg

INSTITUT FÜR SCHIFFBAU DER UNIVERSITÄT HAMBURG

Bericht Nr. 157

Auswertung von Windkanalversuchen zur Bestimmung der Luft-
kräfte an Überwasserschiffen bei inhomogener Strömung

von

B. Wagner

Hamburg, Dezember 1965

Auswertung von Windkanalversuchen zur Bestimmung der Luftkräfte an Überwasserschiffen bei inhomogener Strömung

Der IfS-Bericht Nr. 113 (1963) "Auswertung veröffentlichter Modellmessungen zur Bestimmung der Luftkräfte an Überwasserschiffen" bedarf einer Ergänzung durch Modellversuchsergebnisse von Überwasserschiffen in inhomogener Strömung. Die Versuche hierzu sind neueren Datums.

Das Modell wird in ungleichförmiger Strömung untersucht, deren "Gradient" dem der natürlichen Windverteilung über der See ähnlich ist.

Gliederung

1. Verwendete Symbole
2. Auswertung der veröffentlichten Modellmessungen
3. Angaben über die ausgewerteten Versuche
4. Ergebnisse der Auswertung (Tabellen und Bilder)
5. Literatur zu "Luftkräfte an Überwasserschiffen"

1. Verwendete Symbole (vergleiche hierzu Fig.1)

R.....resultierende Luftkraft

X.....Luftkraftkomponente in Schiffslängsrichtung (positiv,
wenn nach vorn gerichtet)

Y.....Luftkraftkomponente senkrecht zur Schiffslängsrichtung

C.....Luftkraftkomponente senkrecht zur Anströmrichtung (Quer-
kraft)

D.....Luftkraftkomponente in Anströmrichtung (Widerstand)

M.....Moment der Luftkraft, auf Schiffsmittle ($L_{oa}/2$) bezogen

c_R, c_X, c_Y, c_C, c_D ... dimensionslose Beiwerte der Luftkraft-
komponenten

c_M ...dimensionsloser Beiwert des Luftkraftmomentes

v.....relative Anströmgeschwindigkeit

L_{oa} ...Länge(über alles) von Modell bzw. Schiff

B.....Breite von Modell bzw. Schiff

A_L ...Überwasserlateralfläche (auf die Schiffslängsebene
projizierte Fläche des Überwasserschiffes)

A_T ... "Lufthauptspant" (auf die Querebene projizierte Fläche
des Überwasserschiffes)

.....Dichte des Versuchsmediums

.....kinematische Zähigkeit des Versuchsmediums

R_n ...Reynoldszahl = $v \cdot L_{oa} / \nu$

.....relative Anströmrichtung, bezogen auf die positive
x-Richtung

.....Richtung der Resultierenden der Luftkraft, bezogen auf
die positive x-Richtung

2. Auswertung der veröffentlichten Modellmessungen

Die Ergebnisse der unter 3. beschriebenen Versuche wurden in die in der Aerodynamik und Hydrodynamik üblichen dimensionslosen Beiwerte umgerechnet.

Es bedeuten:

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

$$c_X = X / \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \cdot A_L = c_R \cdot \cos \alpha$$

$$c_Y = Y / \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \cdot A_L = c_R \cdot \sin \alpha$$

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

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

$$c_{M_{0,5}} \equiv M_{0,5} / \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \cdot A_L \cdot L_{0a};$$

In dieser Form sind die Meßwerte unmittelbar mit denen anderer Strömungskörper vergleichbar.

Auf den Tabellen und Bildern wurden die für den Versuchskörper charakteristischen Vergleichswerte

$$\frac{2 A_L}{L_{0a}} \quad (\text{entsprechend dem Seitenverhältnis } \Lambda) \quad \text{und}$$

$$L_{0a}/B \quad (\text{Dickenverhältnis}) \quad \text{sowie die Reynoldszahl}$$

$$R_n = v \cdot L_{0a} / \nu \quad \text{mit angeben.}$$

3. Angaben über die ausgewerteten Versuche mit Überwasser-schiffsmodellen in inhomogener Strömung

3.1. Amerikanische Messungen an Überwasserschiffsmodellen von Libertyschiffen, Zerstörern, U-Booten und Geleit-Flugzeugträgern (vergl. Literaturverzeichnis [10])

Um die Windkräfte an ankernden Schiffen der nach dem Kriege in den USA in großer Stückzahl aufgelegten Typen festzustellen, wurden umfangreiche Versuche an Einzelmodellen sowie an in Gruppen ^{an-}geordneten Modellen ausgeführt.

Windkanal: Geschlossener Windkanal 8 x 10 Fuß des Taylor Model Basin (Kanal 1 und Kanal 2).

Versuchsmethode: Die Modelle wurden auf einer in eine Grundplatte eingelassenen Drehscheibe gemessen. Die Bodenplatte der Modelle war mit dem erforderlichen Spiel in die Drehscheibe eingefügt und auf einer elektrischen 3-Komponenten-Waage befestigt.

Die Nähe der Grundplatte bewirkte eine Inhomogenität der das Modell treffenden Strömung. In Fig. 2, die [10] entnommen wurde, ist der Gradient der Kanalströmung in Relation zur Größe der Modelle dargestellt.

Windgeschwindigkeit: (8 Zoll = 0,2032 m über der Grundplatte)
38,6 bis 64,3 m/s.

Reynolds-Zahl: $R_n = 4,2 \text{ bis } 7,92 \cdot 10^6$

Anströmbereich: $\varepsilon = 0 \text{ bis } 360^\circ$; Intervalle 20 bzw. 30°

Versuchsmodelle: (M 1:52,8 bis 1:96)

Modell	Maßst.	$\frac{m}{L_{oa}}$	$\frac{m}{B}$	$\frac{m^2}{A_L}$	$\frac{2A_L}{L_{oa}^2}$	$\frac{L_{oa}}{B}$	$\frac{m/s}{v}$	R_n
EC2 Libertyschiff (leer, ankernd)	1:83,2	1,620	0,207	0,224	0,171	7,81	51,44	$5,72 \cdot 10^6$
CVE55 Geleit- Flugzeugträger	1:96	1,584	0,207	0,225	0,1787	7,65	38,6	$4,2 \cdot 10^6$
SS212 U-Boot	1:52,8	1,798	0,1553	0,1106	0,0682	9,15	64,3	$7,94 \cdot 10^6$
DD692 Zerstörer	1:73,8	1,553	0,1675	0,1728	0,143	9,27	64,3	$6,86 \cdot 10^6$

Ergebnisse: Die Meßergebnisse wurden in der Form grafischer Darstellungen gegeben:

$$\begin{aligned} X \text{ (lbs)} &= f(\dots) \\ Y \text{ (lbs)} &= f(\dots) \\ M_{\dots} \text{ (lbs.ft)} &= f(\dots). \end{aligned}$$

Umrechnung der Ergebnisse: erfolgte mit Hilfe von L_{oa} und A_L nach obiger Tabelle sowie mit der Luftdichte $\rho_A = 0,002378 \frac{\text{lbs.s}^2}{\text{ft}^4}$.

Die Ergebnisse der Umrechnung sind Tabelle 1 bis 4 und Fig. 4 bis 7 zu entnehmen.

Modell	Maßst.	$\begin{matrix} [m] \\ L_{oa} \end{matrix}$	$\begin{matrix} [m] \\ B \end{matrix}$	$\begin{matrix} [m^2] \\ A_L \end{matrix}$	$\frac{2A_L}{L_{oa}^2}$	$\frac{L_{oa}}{B}$	$\begin{matrix} [m/s] \\ v \end{matrix}$	R_n
EC2 Libertyschiff (leer, ankernd)	1:83,2	1,620	0,207	0,224	0,171	7,81	51,44	$5,72 \cdot 10^6$
CVE55 Geleit- Flugzeugträger	1:96	1,584	0,207	0,225	0,1787	7,65	38,6	$4,2 \cdot 10^6$
SS212 U-Boot	1:52,8	1,798	0,1553	0,1106	0,0682	9,15	64,3	$7,94 \cdot 10^6$
DD692 Zerstörer	1:73,8	1,553	0,1675	0,1728	0,143	9,27	64,3	$6,86 \cdot 10^6$

Ergebnisse: Die Meßergebnisse wurden in der Form grafischer Darstellungen gegeben:

$$X \text{ (lbs)} = f(\varepsilon)$$

$$Y \text{ (lbs)} = f(\varepsilon)$$

$$M_{2,5} \text{ (lbs.ft)} = f(\varepsilon).$$

Umrechnung der Ergebnisse: erfolgte mit Hilfe von L_{oa} und A_L nach obiger Tabelle sowie mit der Luftdichte $\rho_A = 0,002378 \frac{\text{lbs} \cdot \text{s}^2}{\text{ft}^4}$.

Die Ergebnisse der Umrechnung sind Tabelle 1 bis 4 und Fig. 4 bis 7 zu entnehmen.

3.2. Ergebnisse englischer Messungen an Handelsschiffsmodellen (nach Shearer-Lynn, vergl. Literaturverzeichnis [20])

Es handelt sich um die erste durch Veröffentlichung bekannte systematische Versuchsreihe, die zur Ermittlung der Luftkräfte und -momente an Modellen moderner Handelsschiffe durchgeführt wurde.

Windkanal: Duplex Tunnel of the Aerodynamics Division of the National Physical Laboratory

Versuchsmethode: Die Modelle wurden in Wandnähe des Windkanals (Kanalgrenzschicht) gemessen. Die Geschwindigkeitsverteilung in Wandnähe (Gradient der Geschwindigkeit) wurde in Fig.3 in Relation zur Größe der untersuchten Modelle dargestellt.

Windgeschwindigkeit: (außerhalb der Kanalgrenzschicht)

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

Reynolds'Zahl: $R_n = 3,61 - 3,16 - 2,44 \cdot 10^6$.

Anströmbereich: $\varepsilon = 0$ bis 180° ; Intervalle 10° , außerdem gemessen $\varepsilon = 5^\circ$ und $\varepsilon = 185^\circ$.

Versuchsmodelle:

1. Modell A : Tanker von 16 000 tdw, Modell A1: auf Ladungstiefgang.
Modell A2: auf 0,6 . Ladungstiefgang, gleichlastig.
2. Modell B : Frachter von 10 000 tdw, langer Mittelaufbau, 2 Luken vor der Brücke.
Modell B1: auf Ladungstiefgang, gleichlastig;
Modell B2: auf 0,6.Ladungstiefgang, gleichlastig.
3. Modell C : Frachter von 10000 tdw, kurzer Mittelaufbau, 3 Luken vor der Brücke.
Modell C1: auf Ladungstiefgang, gleichlastig;
Modell C2: auf 0,6.Ladungstiefgang, gleichlastig.

Die Modelle B und C haben den gleichen Rumpf.

4. Modell D : großes Fahrgastschiff, 42 000 BRT (Liner "Oriana")

Die Modellabmessungen und Vergleichswerte sind der folgenden Tabelle zu entnehmen:

Modell	Maßst.	L_{oa} [m]	B [m]	A_L [m ²]	$\frac{2A_L}{L_{oa}^2}$	$\frac{L_{oa}}{B}$	R_n
A1 (Rumpf)	1:60	2,83	0,369	0,1495	0,0374	7,66	$3,61 \cdot 10^6$
A2 (Rumpf)	1:60	2,83	0,369	0,312	0,078	7,66	$3,61 \cdot 10^6$
A1	1:60	2,83	0,369	0,322	0,0808	7,66	$3,61 \cdot 10^6$
A2	1:60	2,83	0,369	0,4845	0,1212	7,66	$3,61 \cdot 10^6$
B1 (Rumpf)	1:60	2,48	0,314	0,172	0,056	7,90	$3,16 \cdot 10^6$
B2 (Rumpf)	1:60	2,48	0,314	0,298	0,0970	7,90	$3,16 \cdot 10^6$
B1	1:60	2,48	0,314	0,323	0,1050	7,90	$3,16 \cdot 10^6$
B2	1:60	2,48	0,314	0,449	0,1460	7,90	$3,16 \cdot 10^6$
C1	1:60	2,48	0,314	0,325	0,1060	7,90	$3,16 \cdot 10^6$
C2	1:60	2,48	0,314	0,451	0,1470	7,90	$3,15 \cdot 10^6$
D	1:128	1,913	0,232	0,317	0,1732	8,26	$2,44 \cdot 10^6$
D	1:64	3,826	0,464	1,268	0,1732	8,26	$4,88 \cdot 10^6$

Ergebnisse: Die Meßergebnisse wurden in folgender Form dargestellt:

$$R \text{ (lbs)} = f(\varepsilon) \quad \text{bei } v = 100 \text{ ft/s}$$

$$\alpha = f(\varepsilon)$$

$$M_{0,5}(\text{lbs.ft}) = f(\varepsilon).$$

Umrechnung der Ergebnisse: erfolgte mit L_{oa} und A_L laut Tabelle, sowie mit der Luftdichte $\rho_A = 0,00237 \text{ lbs.s}^2/\text{ft}^4$.

Die Ergebnisse der Umrechnung sind den Tabellen 5 bis 16 und Fig. 8 bis 19 zu entnehmen. Tab. 16 bzw. Fig. 19 enthalten

die Ergebnisse für das Fahrgastschiff D (Tab.15, Fig.18) nach Umrechnung auf einen Gradienten entsprechend M 1:64.

Bemerkung:

Das Fahrgastschiffsmodell D wurde auch als Doppelmodell in Kanalmitte untersucht, also in gleichförmigem Wind (vergl. IfS-Bericht Nr.113).

5. Literatur zu "Luftkräfte an Überwasserschiffen"

- 657
- [1] Mc.Entee, W.: Notes from the Model Basin. SNAME 1916, 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 Super-structures. IESS 1932, S.302
 - [5] EMB-Report 276, December 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, October 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, January 1933: Tests of Model of USS SALINAS Inverted in Water to Determine Forces due to Wind.
 - [9] EMB-Report 362
 - [10] DTMB-Report 830, 1952: Long, M.E.: Wind Tunnel Tests on Multiple Ship Moorings; Part 3.
 - [11] Araki, H. and T.Hanaoka: Wind Tunnel Experiments on Train Ferries. Presented at the Autumn of the Soc. of Naval Architects, Japan 1948, published in Vol. 84

- [12] Kinoshita, M., 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] Kinoshita, M., and 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] Okada, S.: 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] Kinoshita, M. and 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] Experimental 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.Lammeren, v.Manen, Lap: Scale Effect Experiments on Victory Shps and Models. Part I: Analysis of the Resistance and Thrust-Measurements on a Model Family and on the Model Boat D.C.ENDERTJR., TINA 1955, S.167

- [18] Williams, Nixon, Shelton: Wind Resistance Tests on Three Cargo Vessels. NPL-Report to BSRA. 1953
- [19] Raymer, W. and H. Nixon: Wind Resistance Tests on Models of a Modern Passenger Liner. NPL-Report to BSRA, 1957
- [20] Shearer, K. and W. Lynn: Wind Tunnel Tests on Models of Merchant Ships. NECA Vol. 76, S.229

Die Ergebnisse der Auswertung der in [3], [5], [6], 11, 12, [16], [17] mitgeteilten Ergebnisse von Modellversuchen in homogener Strömung werden ⁱⁿ/folgendem IfS-Bericht mitgeteilt:

- [21] Wagner, B.: Auswertung veröffentlichter Modellmessungen zur Bestimmung der Luftkräfte an Überwasserschiffen. IfS.-Bericht Nr.113, 1963.

Tabelle 1 (vgl. Fig. 4a und 4b)

Modell Liberty-Schiff EC 2

$$\frac{2 A_L}{L_{oa}} = 0,171; \quad \frac{L_{oa}}{B} = 7,81$$

$$R_n = 5,72 \cdot 10^6$$

ϵ^0	c_R	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_M
0	0,080	0,000	0,080	0,080	0,000	0,0000
20	0,256	0,204	0,154	0,075	0,245	0,0530
40	0,629	0,431	0,458	0,074	0,625	0,0878
60	0,834	0,382	0,740	0,040	0,833	0,0816
80	0,944	0,135	0,934	0,029	0,943	0,0347
100	0,925	- 0,171	0,908	0,011	0,925	- 0,0265
120	0,820	- 0,407	0,711	- 0,004	0,820	- 0,0715
140	0,645	- 0,466	0,445	- 0,040	0,643	- 0,0877
160	0,279	- 0,228	0,161	- 0,074	0,269	- 0,0530
180	0,092	- 0,006	0,092	- 0,092	0,006	0,0020
200	0,258	0,202	0,159	- 0,081	- 0,245	0,0581
220	0,626	0,450	0,442	- 0,043	- 0,625	0,0898
240	0,815	0,400	0,710	- 0,009	- 0,815	0,0673
260	0,930	0,164	0,915	0,002	- 0,930	0,0224
280	0,937	- 0,135	0,928	0,028	- 0,936	- 0,0326
300	0,834	- 0,380	0,742	0,043	- 0,832	- 0,0775
320	0,641	- 0,440	0,466	0,074	- 0,636	- 0,0867
340	0,268	- 0,217	0,157	0,074	- 0,257	- 0,0530
360	0,085	0,000	0,085	0,085	0,000	- 0,0000

Tabelle 2 (vgl. Fig. 5a und 5b)

Modell Geleit-Flugzeugträger CVE 55

$$\frac{2 A_L}{L_{oa}} = 0,1787; \quad \frac{L_{oa}}{B} = 7,65$$

$$R_n = 4,2 \cdot 10^6$$

α	c_R	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_M
0	0,066	- 0,011	0,065	0,065	- 0,011	- 0,0042
20	0,290	0,242	0,159	0,067	0,282	0,0709
40	0,506	0,354	0,361	0,049	0,504	0,1168
60	0,624	0,287	0,553	0,028	0,623	0,0887
80	0,705	0,099	0,698	0,024	0,704	0,0396
100	0,717	- 0,155	0,700	0,030	0,716	- 0,0108
120	0,654	- 0,336	0,561	0,011	0,654	- 0,0771
140	0,493	- 0,338	0,359	- 0,059	0,489	- 0,0800
160	0,266	- 0,202	0,172	- 0,093	0,249	- 0,0463
180	0,082	0,000	0,082	- 0,082	0,000	0,0021
200	0,263	0,201	0,170	- 0,091	- 0,247	0,0475
220	0,491	0,321	0,372	- 0,078	- 0,485	0,0771
240	0,670	0,324	0,586	- 0,013	- 0,670	0,0646
260	0,750	0,154	0,735	0,024	- 0,750	- 0,0004
280	0,725	- 0,115	0,716	0,011	- 0,725	- 0,0463
300	0,623	- 0,297	0,548	0,017	- 0,623	- 0,0809
320	0,467	- 0,327	0,334	0,046	- 0,465	- 0,1068
340	0,293	- 0,248	0,155	0,061	- 0,286	- 0,0771
360	0,066	- 0,011	0,065	0,065	- 0,011	- 0,0033

Tabelle 3 (vgl. Fig. 6a und 6b)

Modell U-Boot SS 212

$$\frac{2 A_L}{L_{oa}} = 0,0682; \quad \frac{L_{oa}}{B} = 9,15$$

$$R_n = 7,94 \cdot 10^6$$

ϵ°	c_R	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_M
0	0,036	- 0,008	0,035	0,035	- 0,008	- 0,0040
20	0,201	0,174	0,101	0,035	0,198	0,0457
40	0,475	0,350	0,321	0,021	0,475	0,1011
60	0,634	0,300	0,559	0,019	0,634	0,1035
80	0,723	0,091	0,717	0,035	0,721	0,0806
100	0,722	- 0,157	0,706	0,032	0,721	0,0551
120	0,634	- 0,336	0,537	0,022	0,634	0,0336
140	0,450	- 0,337	0,299	- 0,013	0,449	0,0151
160	0,196	- 0,166	0,104	- 0,041	0,192	0,0040
170	0,095	- 0,075	0,058	- 0,044	0,084	0,0027
180	0,045	0,008	0,044	- 0,044	- 0,008	0,0000
200	0,202	0,173	0,104	- 0,039	- 0,198	- 0,0040
220	0,458	0,344	0,303	- 0,011	- 0,458	- 0,0102
240	0,624	0,332	0,529	0,024	- 0,623	- 0,0264
260	0,698	0,153	0,681	0,033	- 0,697	- 0,0481
280	0,692	- 0,089	0,686	0,032	- 0,691	- 0,0740
300	0,637	- 0,300	0,563	0,022	- 0,637	- 0,1049
320	0,457	- 0,336	0,310	0,021	- 0,456	- 0,0928
340	0,202	- 0,177	0,097	0,030	- 0,200	- 0,0444
360	0,037	- 0,013	0,035	0,035	- 0,013	- 0,0027

Tabelle 4 (vgl. Fig. 7a und 7b)

Modell Zerstörer DD 692

$$\frac{2 A_L}{L_{oa}} = 0,1430; \quad \frac{L_{oa}}{B} = 9,27$$

$$R_n = 6,86 \cdot 10^6$$

ε^0	c_R	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_M
0	0,091	0,000	0,091	0,091	0,000	0,0000
30	0,465	0,352	0,302	0,086	0,456	0,0915
60	0,794	0,352	0,711	0,051	0,791	0,1014
90	0,879	- 0,046	0,877	0,046	0,877	0,0368
120	0,812	- 0,441	0,682	0,041	0,811	- 0,0139
150	0,425	- 0,291	0,309	- 0,122	0,406	- 0,0159
180	0,091	0,000	0,091	- 0,091	0,000	0,0020
210	0,459	0,333	0,316	- 0,107	- 0,446	0,0139
240	0,801	0,383	0,704	- 0,020	- 0,801	0,0099
270	0,895	0,051	0,893	0,051	- 0,893	- 0,0437
300	0,799	- 0,337	0,725	0,071	- 0,796	- 0,1014
330	0,466	- 0,350	0,308	0,091	- 0,456	- 0,0925
360	0,091	0,000	0,091	0,091	- 0,000	0,0000

Tabelle 5 (vgl. Fig. 8a und 8b)

Modell Tanker A1 (Rumpf)

$$\frac{2}{L_{oa}} \frac{A_L}{2} = 0,0374; \quad \frac{L_{oa}}{B} = 7,66$$

$$R_n = 3,61 \cdot 10^6$$

ϵ°	c_R	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_M
0	0,064	0,000	0,064	- 0,064	0,000	0,0000
10	0,075	0,029	0,069	- 0,062	0,041	0,0139
20	0,103	0,062	0,082	- 0,056	0,086	0,0263
30	0,160	0,094	0,129	- 0,065	0,146	0,0310
40	0,226	0,126	0,187	- 0,062	0,216	0,0348
50	0,299	0,134	0,267	- 0,069	0,291	0,0328
60	0,374	0,128	0,352	- 0,065	0,368	0,0236
70	0,436	0,091	0,427	- 0,061	0,432	0,0139
80	0,485	0,035	0,484	- 0,050	0,481	0,0095
90	0,505	- 0,049	0,504	- 0,049	0,502	0,0000
100	0,484	- 0,107	0,472	- 0,023	0,483	- 0,0101
110	0,436	- 0,160	0,406	- 0,011	0,436	- 0,0213
120	0,388	- 0,200	0,333	- 0,007	0,388	- 0,0297
130	0,325	0,206	0,252	0,005	0,325	- 0,0348
140	0,252	- 0,176	0,180	0,025	0,251	- 0,0371
150	0,187	- 0,142	0,122	0,035	0,184	- 0,0273
160	0,099	- 0,071	0,069	0,040	0,090	- 0,0223
170	0,077	- 0,045	0,063	0,054	0,055	- 0,0098
180	0,065	0,000	0,065	0,065	0,000	0,0000

Tabelle 6 (vgl. Fig. 9a und 9b)

Modell Tanker A2 (Rumpf)

$$\frac{2 \cdot A_L}{L_{oa}^2} = 0,078; \quad \frac{L_{oa}}{B} = 7,66$$

$$R_n = 3,61 \cdot 10^6$$

ε^0	c_R	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_M
0	0,047	0,000	0,047	- 0,047	0,000	0,0000
10	0,064	0,047	0,044	- 0,035	0,054	0,0199
20	0,147	0,120	0,085	- 0,039	0,142	0,0370
30	0,243	0,190	0,151	- 0,036	0,240	0,0515
40	0,331	0,219	0,248	- 0,049	0,327	0,0551
50	0,419	0,228	0,352	- 0,051	0,416	0,0499
60	0,508	0,211	0,462	- 0,049	0,505	0,0411
70	0,586	0,157	0,565	- 0,046	0,585	0,0308
80	0,656	0,076	0,651	- 0,039	0,655	0,0152
90	0,651	- 0,023	0,651	- 0,023	0,651	0,0000
100	0,635	- 0,121	0,624	- 0,011	0,635	- 0,0242
110	0,575	- 0,203	0,538	- 0,007	0,575	- 0,0401
120	0,503	- 0,256	0,433	- 0,006	0,503	- 0,0524
130	0,425	- 0,271	0,328	0,004	0,425	- 0,0608
140	0,330	- 0,242	0,224	0,016	0,330	- 0,0590
150	0,230	- 0,189	0,130	0,018	0,230	- 0,0496
160	0,155	- 0,131	0,082	0,033	0,151	- 0,0350
170	0,074	- 0,055	0,050	0,039	0,063	- 0,0179
180	0,047	0,000	0,047	0,047	0,000	0,0000

Tabelle 7 (vgl. Fig. 10a und 10b)

Modell Tanker A1

$$\frac{2}{L_{oa}} \frac{A_L}{2} = 0,0808; \quad \frac{L_{oa}}{B} = 7,66$$

$$R_n = 3,61 \cdot 10^6$$

ε^0	c_R	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_M
0	0,225	0,000	0,225	- 0,225	0,000	0,0000
10	0,214	0,055	0,207	- 0,194	0,090	0,0155
20	0,254	0,074	0,243	- 0,203	0,153	0,0194
30	0,346	0,120	0,325	- 0,221	0,266	0,0242
40	0,435	0,152	0,408	- 0,214	0,378	0,0205
50	0,512	0,145	0,491	- 0,207	0,469	0,0129
60	0,585	0,140	0,568	- 0,162	0,562	0,0060
70	0,628	0,109	0,618	- 0,109	0,618	- 0,0088
80	0,640	0,057	0,638	- 0,055	0,639	- 0,0154
90	0,640	0,000	0,640	0,000	0,640	- 0,0294
100	0,629	- 0,060	0,626	0,049	0,627	- 0,0406
110	0,611	- 0,124	0,599	0,088	0,606	- 0,0525
120	0,575	- 0,183	0,545	0,115	0,564	- 0,0650
130	0,560	- 0,245	0,504	0,136	0,544	- 0,0849
140	0,470	- 0,210	0,421	0,188	0,431	- 0,0821
150	0,388	- 0,210	0,327	0,178	0,345	- 0,0811
160	0,293	- 0,138	0,259	0,193	0,218	- 0,0638
170	0,211	- 0,076	0,197	0,181	0,109	- 0,0349
180	0,160	0,000	0,160	0,160	0,000	0,0000

Tabelle 8 (vgl. Fig. 11a und 11b)

Modell Tanker A2

$$\frac{2 A_L}{L_{oa}} = 0,1212; \quad \frac{L_{oa}}{B} = 7,66$$

$$R_n = 3,61 \cdot 10^6$$

α $^\circ$	c_R	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_M
0	0,175	0,000	0,175	- 0,175	0,000	0,0000
10	0,180	0,077	0,163	- 0,147	0,104	0,0213
20	0,248	0,131	0,210	- 0,153	0,195	0,0337
30	0,350	0,195	0,290	- 0,154	0,315	0,0459
40	0,466	0,250	0,394	- 0,141	0,445	0,0465
50	0,561	0,269	0,493	- 0,111	0,550	0,0422
60	0,639	0,218	0,600	- 0,111	0,629	0,0215
70	0,701	0,205	0,671	- 0,037	0,700	0,0153
80	0,728	0,120	0,718	- 0,006	0,728	- 0,0009
90	0,741	0,026	0,741	0,026	0,741	- 0,0215
100	0,719	- 0,093	0,713	0,033	0,718	- 0,0422
110	0,680	- 0,182	0,655	0,053	0,679	- 0,0596
120	0,629	- 0,241	0,580	0,082	0,624	- 0,0753
130	0,580	- 0,284	0,506	0,108	0,570	- 0,0881
140	0,496	- 0,283	0,409	0,130	0,479	- 0,0857
150	0,386	- 0,224	0,314	0,160	0,351	- 0,0859
160	0,283	- 0,184	0,215	0,140	0,247	- 0,0698
170	0,173	- 0,087	0,150	0,111	0,133	- 0,0349
180	0,126	0,000	0,126	0,126	0,000	0,0000

Tabelle 9 (vgl. Fig. 12a und 12b)

Modell Frachter B 1 (Rumpf)

$$\frac{2 A_L}{L_{oa}} = 0,056; \quad \frac{L_{oa}}{B} = 7,90$$

$$R_n = 3,16 \cdot 10^6$$

ϵ°	c_R	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_M
0	0,052	0,000	0,052	- 0,052	0,000	0,0000
10	0,073	0,046	0,057	- 0,048	0,055	0,0193
20	0,139	0,103	0,093	- 0,052	0,129	0,0336
30	0,200	0,155	0,126	- 0,031	0,198	0,0465
40	0,270	0,174	0,206	- 0,046	0,266	0,0499
50	0,344	0,192	0,285	- 0,036	0,342	0,0470
60	0,405	0,168	0,369	- 0,039	0,404	0,0381
700:	0,494	0,143	0,472	- 0,027	0,493	0,0319
80	0,530	- 0,072	0,525	- 0,020	0,530	0,0160
90	0,550	- 0,019	0,550	- 0,019	0,550	0,0056
100	0,494	- 0,103	0,483	- 0,017	0,494	- 0,0098
110	0,468	- 0,160	0,440	0,000	0,468	- 0,0168
120	0,416	- 0,205	0,363	0,004	0,416	- 0,0291
130	0,360	- 0,214	0,290	0,022	0,359	- 0,0398
140	0,291	- 0,209	0,203	0,021	0,290	- 0,0429
150	0,205	- 0,164	0,123	0,025	0,203	- 0,0386
160	0,121	- 0,099	0,069	0,031	0,117	- 0,0249
170	0,064	- 0,045	0,046	0,037	0,052	- 0,0146
180	0,034	0,000	0,034	0,034	0,000	0,0000

Tabelle 10 (vgl. Fig. 13a und 13b)

Modell Frachter B2 (Rumpf)

$$\frac{2 A_L}{L_{oa}} = 0,097; \quad \frac{L_{oa}}{B} = 7,90$$

$$R_n = 3,16 \cdot 10^6$$

ε^0	c_R	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_M
0	0,044	0,000	0,044	- 0,044	0,000	0,0000
10	0,092	0,076	0,053	- 0,039	0,084	0,0217
20	0,183	0,155	0,098	- 0,039	0,179	0,0454
30	0,278	0,222	0,167	- 0,033	0,276	0,0564
40	0,374	0,263	0,266	- 0,035	0,373	0,0675
50	0,460	0,274	0,369	- 0,027	0,459	0,0615
60	0,560	0,255	0,499	- 0,028	0,560	0,0566
70	0,640	0,208	0,606	- 0,011	0,640	0,0424
80	0,715	0,112	0,706	- 0,013	0,715	0,0220
90	0,736	0,009	0,736	- 0,009	0,736	0,0000
100	0,674	- 0,122	0,661	- 0,005	0,676	- 0,0223
110	-	-	-	-	-	- 0,0389
120	0,583	- 0,287	0,507	0,005	0,583	- 0,0599
130	0,484	- 0,294	0,384	0,021	0,483	- 0,0615
140	0,387	- 0,284	0,263	0,020	0,387	- 0,0631
150	0,282	- 0,232	0,160	0,023	0,281	- 0,0524
160	0,175	- 0,153	0,085	0,028	0,173	- 0,0369
170	0,082	- 0,068	0,046	0,033	0,075	- 0,0185
180	0,037	0,000	0,037	0,037	0,000	0,0000

Tabelle 11 (vgl. Fig. 14a und 14b)

Modell Frachter B1

$$\frac{2 A_L}{L_{oa}} = 0,105; \quad \frac{L_{oa}}{B} = 7,90$$

$$R_n = 3,16 \cdot 10^6$$

ξ^0	c_R	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_M
0	0,168	0,000	0,168	- 0,168	0,000	0,0000
10	0,185	0,054	0,177	- 0,164	0,084	0,0215
20	0,262	0,140	0,220	- 0,159	0,208	0,0430
30	0,372	0,178	0,326	- 0,194	0,318	0,0540
40	0,472	0,220	0,419	- 0,179	0,438	0,0598
50	0,570	0,237	0,519	- 0,152	0,549	0,0606
60	0,634	0,212	0,597	- 0,115	0,623	0,0484
70	0,664	0,145	0,648	- 0,086	0,659	0,0335
80	0,693	0,055	0,691	- 0,067	0,690	0,0179
90	0,681	- 0,052	0,680	- 0,052	0,680	- 0,0033
100	0,668	- 0,136	0,654	- 0,021	0,668	- 0,0152
110	0,641	- 0,206	0,609	0,015	0,641	- 0,0254
120	0,585	- 0,243	0,532	0,056	0,582	- 0,0347
130	0,530	- 0,263	0,460	0,092	0,522	- 0,0388
140	0,441	- 0,203	0,355	0,103	0,429	- 0,0400
150	0,337	- 0,144	0,269	0,132	0,310	- 0,0370
160	0,252	- 0,064	0,206	0,145	0,206	- 0,0299
170	0,165	- 0,026	0,152	0,138	0,090	- 0,0188
180	0,150	0,000	0,150	0,150	0,000	0,0000
190						

Tabelle 12 (vgl. Fig. 15a und 15b)

Modell Frachter B2

$$\frac{2 A_L}{L_{oa}} = 0,146; \quad \frac{L_{oa}}{B} = 7,90$$

$$R_n = 3,16 \cdot 10^6$$

ϵ^0	c_R	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_M
0	0,138	0,000	0,138	- 0,138	0,000	0,0000
10	0,159	0,076	0,139	- 0,124	0,099	0,0258
20	0,260	0,173	0,194	- 0,123	0,230	0,0514
30	0,391	0,251	0,300	- 0,134	0,367	0,0699
40	0,521	0,307	0,422	- 0,126	0,506	0,0793
50	0,620	0,317	0,533	- 0,099	0,612	0,0806
60	0,678	0,281	0,616	- 0,065	0,675	0,0645
70	0,735	0,212	0,704	- 0,041	0,734	0,0475
80	0,755	0,105	0,749	- 0,026	0,755	0,0245
90	0,753	- 0,020	0,753	- 0,020	0,753	0,0007
100	0,740	- 0,138	0,728	- 0,009	0,740	- 0,0232
110	0,713	- 0,238	0,672	0,006	0,713	- 0,0383
120	0,681	- 0,314	0,605	0,030	0,680	- 0,0540
130	0,634	- 0,363	0,519	0,055	0,632	- 0,0619
140	0,542	- 0,358	0,408	0,081	0,536	- 0,0595
150	0,388	- 0,276	0,273	0,099	0,375	- 0,0505
160	0,310	- 0,219	0,219	0,131	0,281	- 0,0417
170	0,151	- 0,089	0,122	0,105	0,109	- 0,0252
180	0,126	0,000	0,126	0,126	0,000	0,0000

Tabelle 13 (vgl. Fig. 16a und 16b)

Modell Frachter C1

$$\frac{2 A_L}{L_{oa}} = 0,1060; \quad \frac{L_{oa}}{B} = 7,90$$

$$R_n = 3,16 \cdot 10^6$$

ϵ^0	c_R	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_M
0	0,167	0,000	0,167	- 0,167	0,000	0,0000
10	0,168	0,071	0,152	- 0,198	0,097	0,0192
20	0,255	0,139	0,214	- 0,153	0,204	0,0346
30	0,362	0,197	0,304	- 0,165	0,322	0,0420
40	0,464	0,233	0,401	- 0,158	0,436	0,0467
50	0,528	0,230	0,475	- 0,129	0,512	0,0461
60	0,581	0,199	0,546	- 0,101	0,572	0,0314
70	0,633	0,143	0,616	- 0,076	0,629	0,0175
80	0,660	0,081	0,655	- 0,035	0,659	0,0044
90	0,680	- 0,021	0,680	- 0,021	0,680	- 0,0121
100	0,650	- 0,106	0,641	0,007	0,650	- 0,0242
110	0,626	- 0,178	0,601	0,038	0,625	- 0,0361
120	0,586	- 0,229	0,540	0,072	0,582	- 0,0470
130	0,536	- 0,264	0,467	0,098	0,528	- 0,0553
140	0,464	- 0,281	0,369	0,102	0,452	- 0,0576
150	0,362	- 0,238	0,273	0,117	0,343	- 0,0526
160	0,250	- 0,157	0,195	0,129	0,214	- 0,0399
170	0,166	- 0,076	0,147	0,132	0,101	- 0,0234
180	0,144	0,000	0,144	0,144	0,000	0,000

Fabelle 14 (vgl. Fig. 17a und 17b)

Modell Frachter C2

$$\frac{2 A_L}{L_{oa}} = 0,1470;$$

$$\frac{L_{oa}}{B} = 7,90$$

$$R_n = 3,16 \cdot 10^6$$

ε^0	c_R	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_M
0	0,133	0,000	0,133	- 0,133	0,000	0,0000
10	0,154	0,091	0,125	- 0,107	0,111	0,0239
20	0,264	0,184	0,189	- 0,115	0,238	0,0434
30	0,438	0,298	0,321	- 0,129	0,419	0,0553
40	0,521	0,312	0,419	- 0,119	0,508	0,0627
50	0,595	0,307	0,510	- 0,093	0,588	0,0620
60	0,656	0,262	0,603	- 0,074	0,652	0,0452
70	0,701	0,192	0,675	- 0,050	0,700	0,0297
80	0,740	0,090	0,735	- 0,039	0,739	0,0088
90	0,769	- 0,023	0,768	- 0,023	0,769	- 0,0111
100	0,745	- 0,136	0,733	- 0,007	0,745	- 0,0337
110	0,705	- 0,229	0,666	0,012	0,705	- 0,0531
120	0,655	- 0,298	0,583	0,033	0,654	- 0,0646
130	0,605	- 0,347	0,495	0,053	0,604	- 0,0773
140	0,531	- 0,353	0,397	0,078	0,525	- 0,0746
150	0,398	- 0,294	0,269	0,086	0,389	- 0,0660
160	0,266	- 0,196	0,180	0,102	0,246	- 0,0467
170	0,154	- 0,093	0,123	0,105	0,113	- 0,0278
180	0,118	0,000	0,118	0,119	0,000	0,0000

Tabelle 15 (vgl. Fig. 18a und 18b)

Modell Fahrgastschiff D

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

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

ε^0	c_R	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_M
0	0,074	0,000	0,074	- 0,074	0,000	0,0000
10	0,141	0,102	0,098	- 0,079	0,117	0,0230
20	0,263	0,210	0,158	- 0,077	0,252	0,0472
30	0,409	0,320	0,254	- 0,060	0,404	0,0624
40	0,536	0,386	0,372	- 0,038	0,535	0,0720
50	0,602	0,369	0,476	- 0,023	0,601	0,0673
60	0,634	0,308	0,553	- 0,010	0,634	0,0511
70	0,649	0,222	0,610	0,000	0,649	0,0378
80	0,670	0,116	0,660	0,000	0,670	0,0236
90	0,665	0,000	0,665	0,000	0,665	0,0011
100	0,641	- 0,111	0,632	0,000	0,641	- 0,0169
110	0,620	- 0,212	0,583	0,000	0,620	- 0,0356
120	0,600	- 0,286	0,527	0,016	0,600	- 0,0515
130	0,536	- 0,323	0,429	0,028	0,535	- 0,0595
140	0,529	- 0,382	0,366	0,035	0,528	- 0,0800
150	0,420	- 0,334	0,256	0,055	0,416	- 0,0673
160	0,268	- 0,217	0,157	0,074	0,258	- 0,0485
170	0,134	- 0,106	0,081	0,061	0,119	- 0,0228
180	0,073	0,000	0,073	0,073	0,000	0,0000

Tabelle 16 (vgl. Fig. 19a und 19b)

Modell Fahrgastschiff D

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

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

ϵ^0	c_R	c_C	c_D	c_X	c_Y	c_M
0	0,089	0,000	0,089	- 0,089	0,000	0,0000
10	0,163	0,117	0,113	- 0,091	0,135	0,0268
20	0,308	0,246	0,185	- 0,090	0,295	0,0554
30	0,485	0,380	0,302	- 0,072	0,480	0,0735
40	0,635	0,457	0,440	- 0,044	0,634	0,0853
50	0,714	0,438	0,565	- 0,027	0,713	0,0787
60	0,758	0,369	0,662	- 0,012	0,758	0,0603
70	0,774	0,264	0,726	0,000	0,774	0,0446
80	0,799	0,139	0,786	0,000	0,799	0,0277
90	0,791	0,000	0,791	0,000	0,791	0,0022
100	0,764	- 0,133	0,752	0,000	0,764	- 0,0200
110	0,735	- 0,251	0,691	0,000	0,735	- 0,0396
120	0,710	- 0,338	0,624	0,019	0,710	- 0,0601
130	0,630	- 0,379	0,503	0,033	0,629	- 0,0696
140	0,635	- 0,458	0,440	0,042	0,634	- 0,0956
150	0,495	- 0,393	0,301	0,065	0,491	- 0,0791
160	0,313	- 0,253	0,184	0,086	0,301	- 0,0570
170	0,158	- 0,125	0,096	0,072	0,140	- 0,0277
180	0,087	0,000	0,087	0,087	0,000	0,0000

Bemerkung: Diese Tabelle enthält die Ergebnisse des Fahrgastschiffes D von Tabelle 15 nach Umrechnung auf einen Windgradienten, der dem Maßstab der übrigen Modelle entspricht (M 1:64).

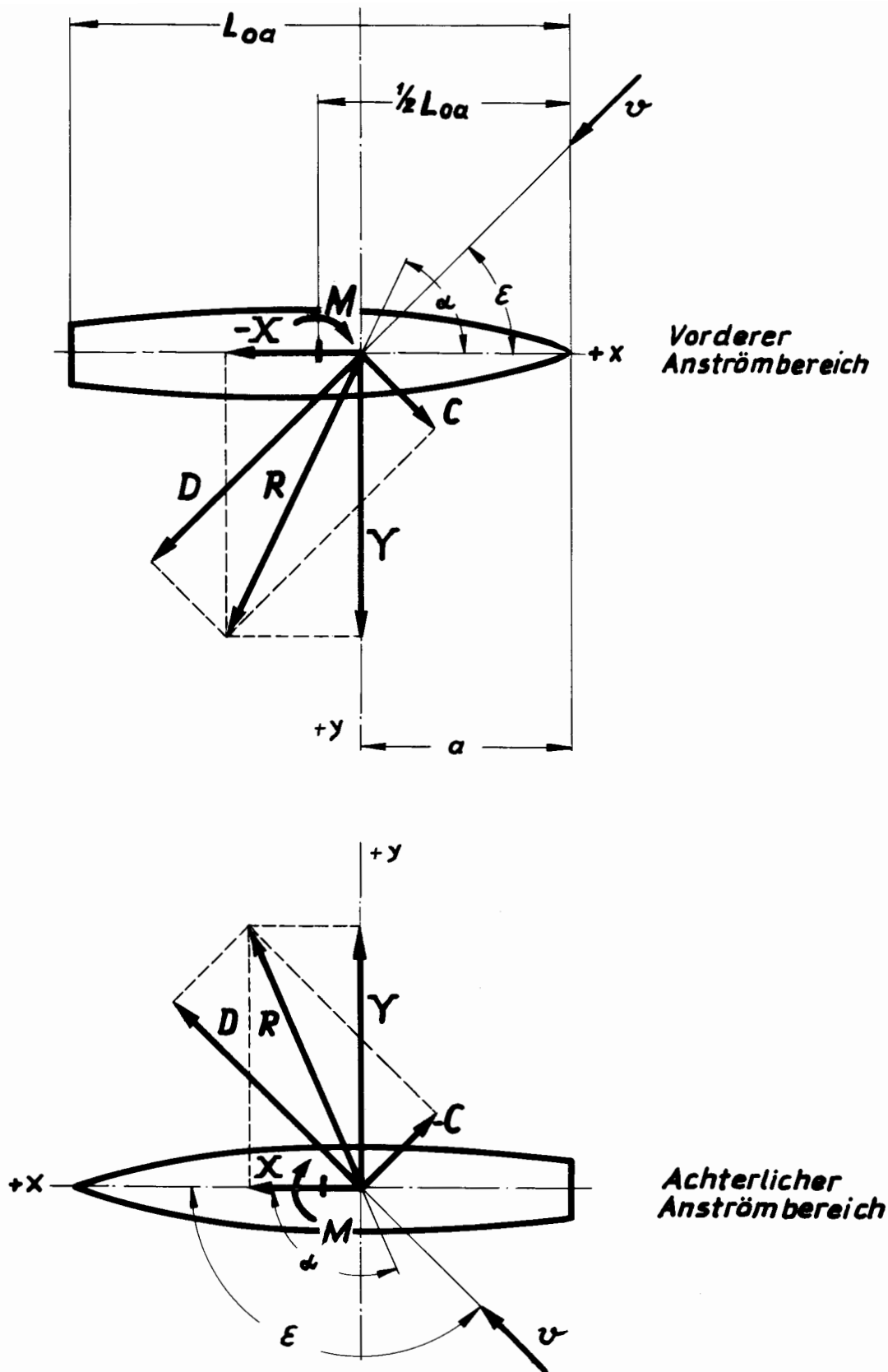


Fig: 1

Kräfte am Überwasserschiff

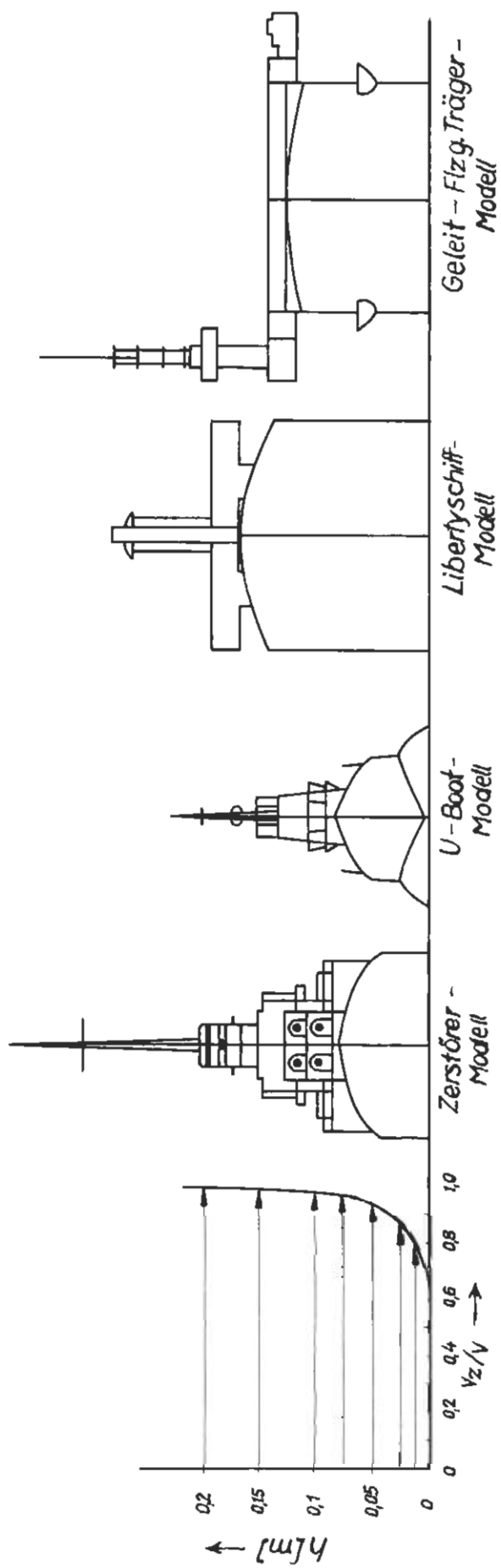


Fig. 2 : Windgeschwindigkeitsprofil in Relation zur Modellgröße (aus Long [10] ; amerikan. Messungen)

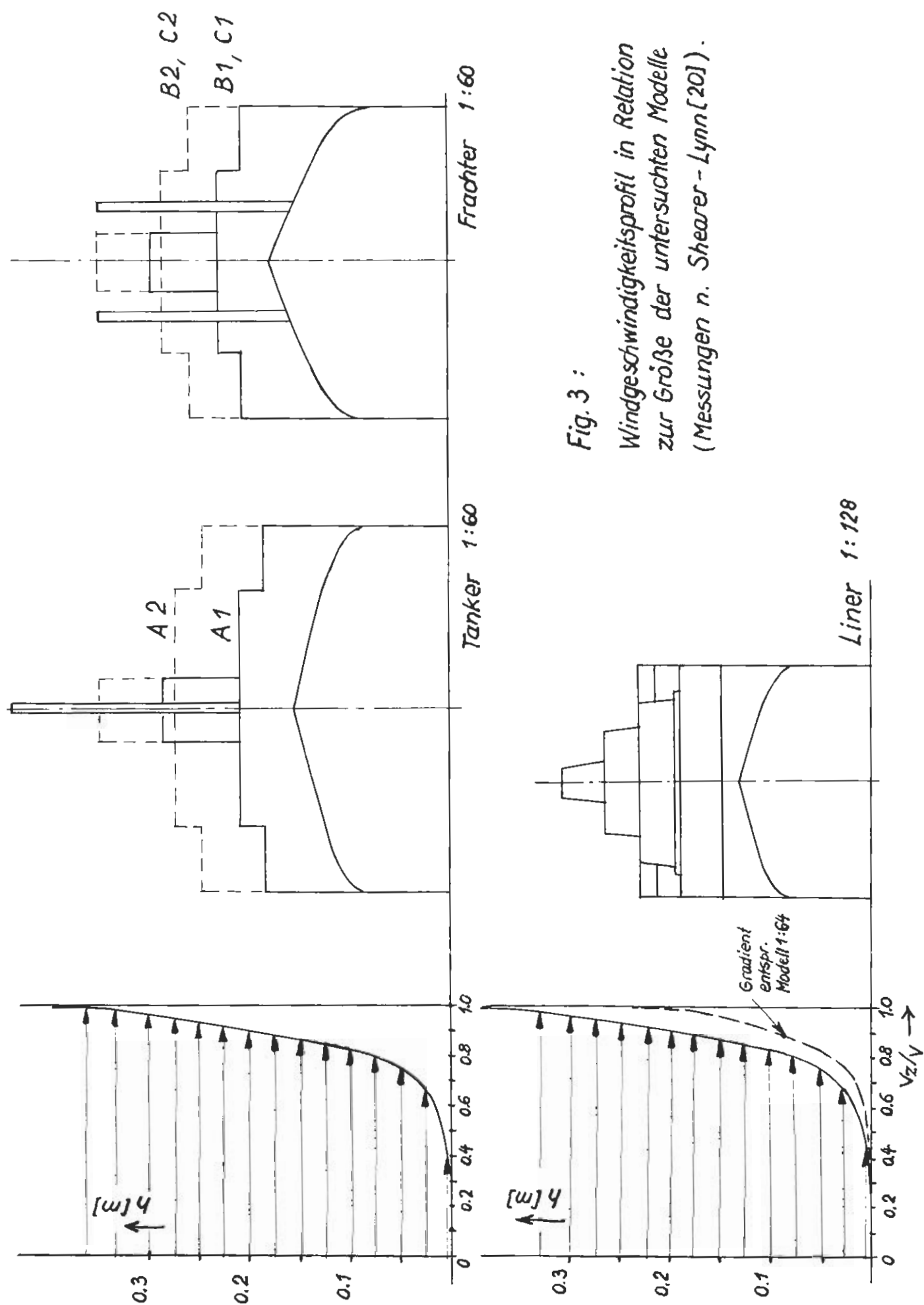


Fig. 3 :

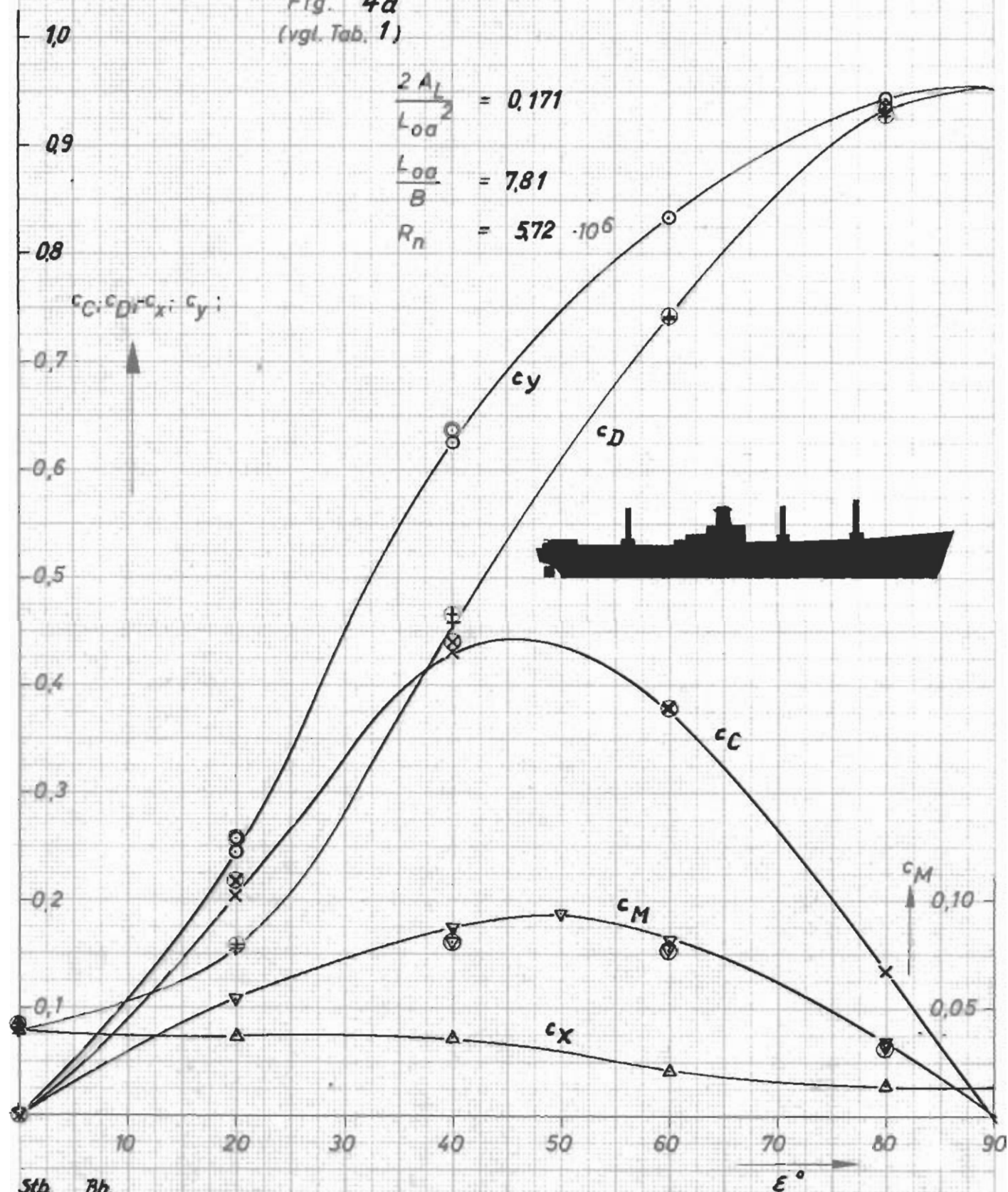
Windgeschwindigkeitsprofil in Relation zur Größe der untersuchten Modelle (Messungen n. Shearer - Lynn [20]).

Fig. 4a
(vgl. Tab. 1)

$$\frac{2 A_L}{L_{oa}^2} = 0,171$$

$$\frac{L_{oa}}{B} = 7,81$$

$$R_n = 572 \cdot 10^6$$



Stb.	Bb.	
⊗	×	c_C
⊕	+	c_D
⊙	△	c_X
⊖	○	c_Y
▽	▽	c_M

Liberty-Schiff E C 2
(achterliche Anströmung)
(leer ankernd)

Fig. 4b
(vgl. Tab. 1)

$$\frac{2 A_L}{L_{00}^2} = 0.171$$

$$\frac{L_{00}}{B} = 7.81$$

$$R_n = 5.72 \cdot 10^6$$

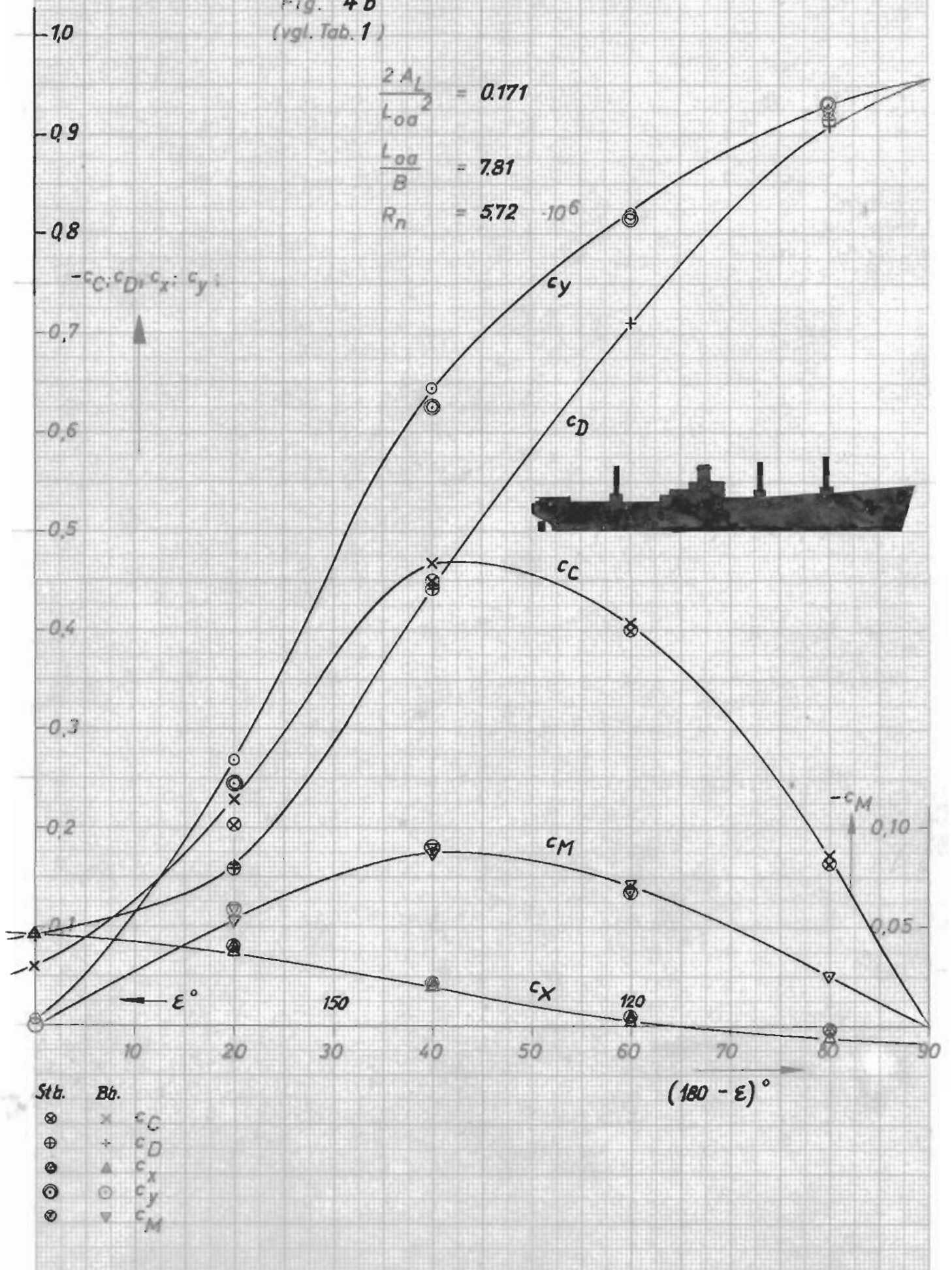
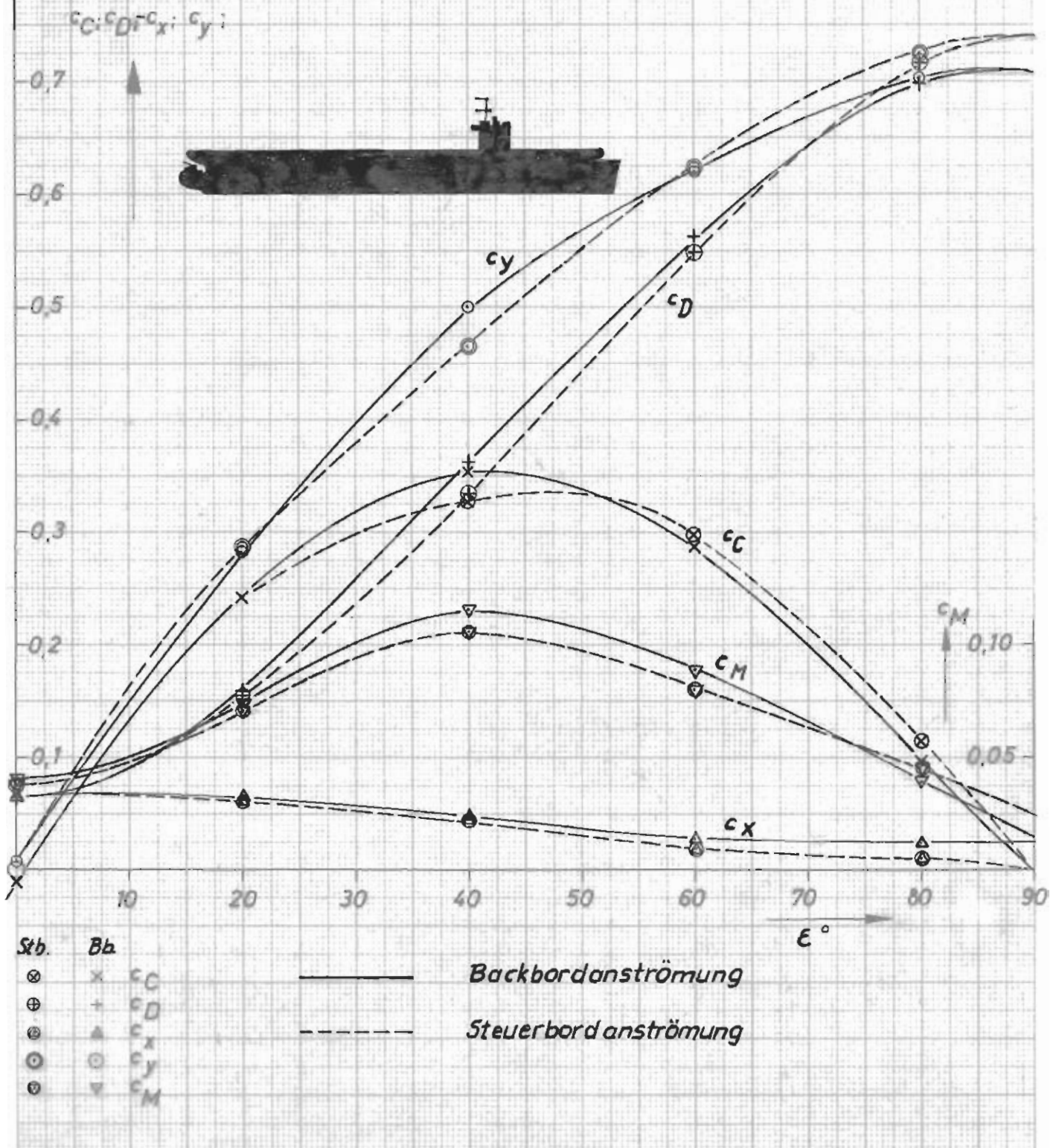


Fig. 5a
(vgl. Tab. 2)

$$\frac{2 A_L}{L_{0a}^2} = 0,1787$$

$$\frac{L_{0a}}{B} = 7,65$$

$$R_n = 4,2 \cdot 10^6$$



Geleit - Flugzeugträger CVE 55 (achterliche Anströmung)

Fig. 5b
(vgl. Tab. 2)

$$\frac{2 A_L}{L_{oa}^2} = 0,1787$$

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

$$R_n = 4,2 \cdot 10^6$$

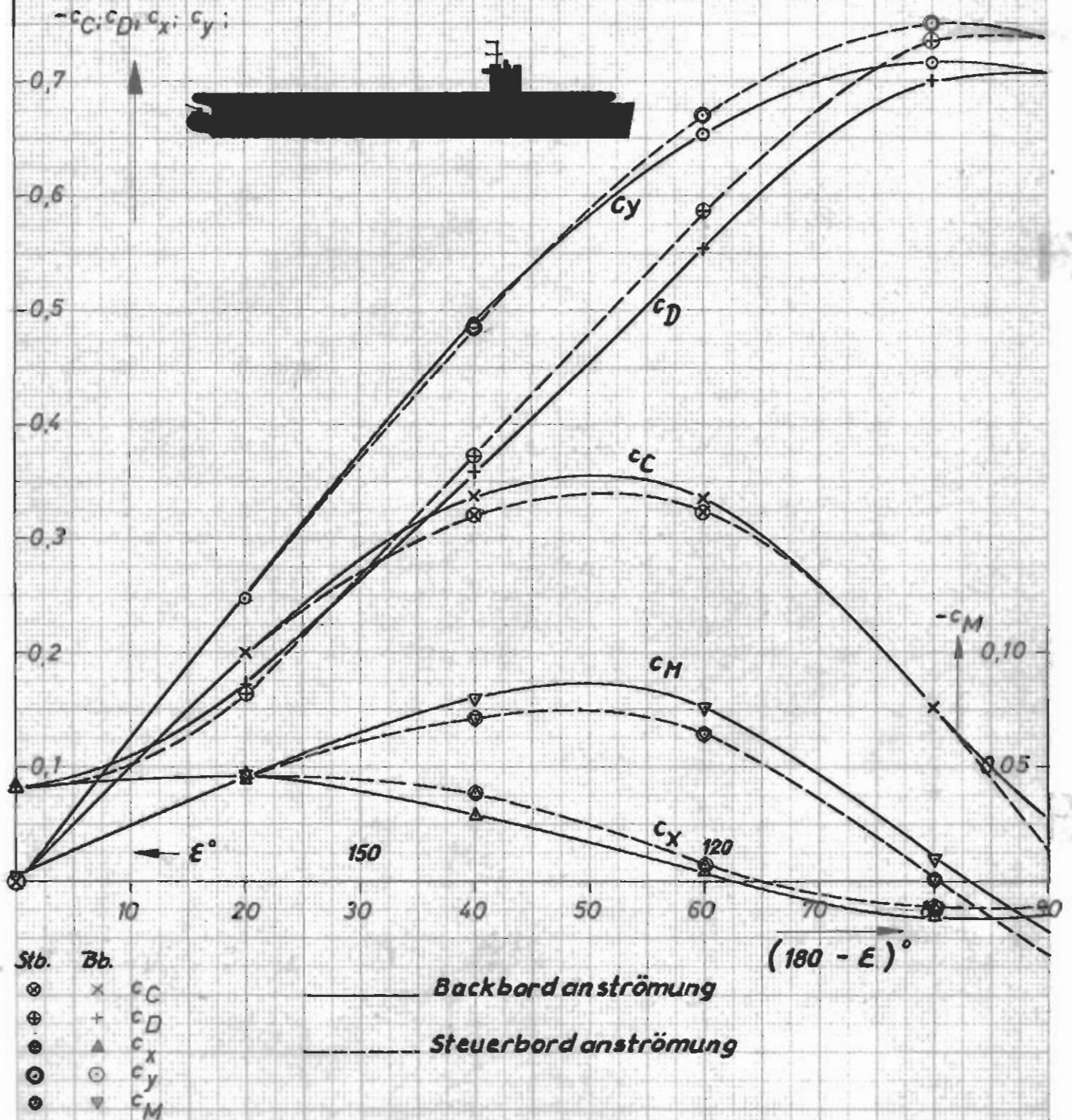


Fig. 6a
(vgl. Tab. 3)

$$\frac{2 A_L}{L_{oa}^2} = 0,0682$$

$$\frac{L_{oa}}{B} = 11,56$$

$$R_n = 7,94 \cdot 10^6$$

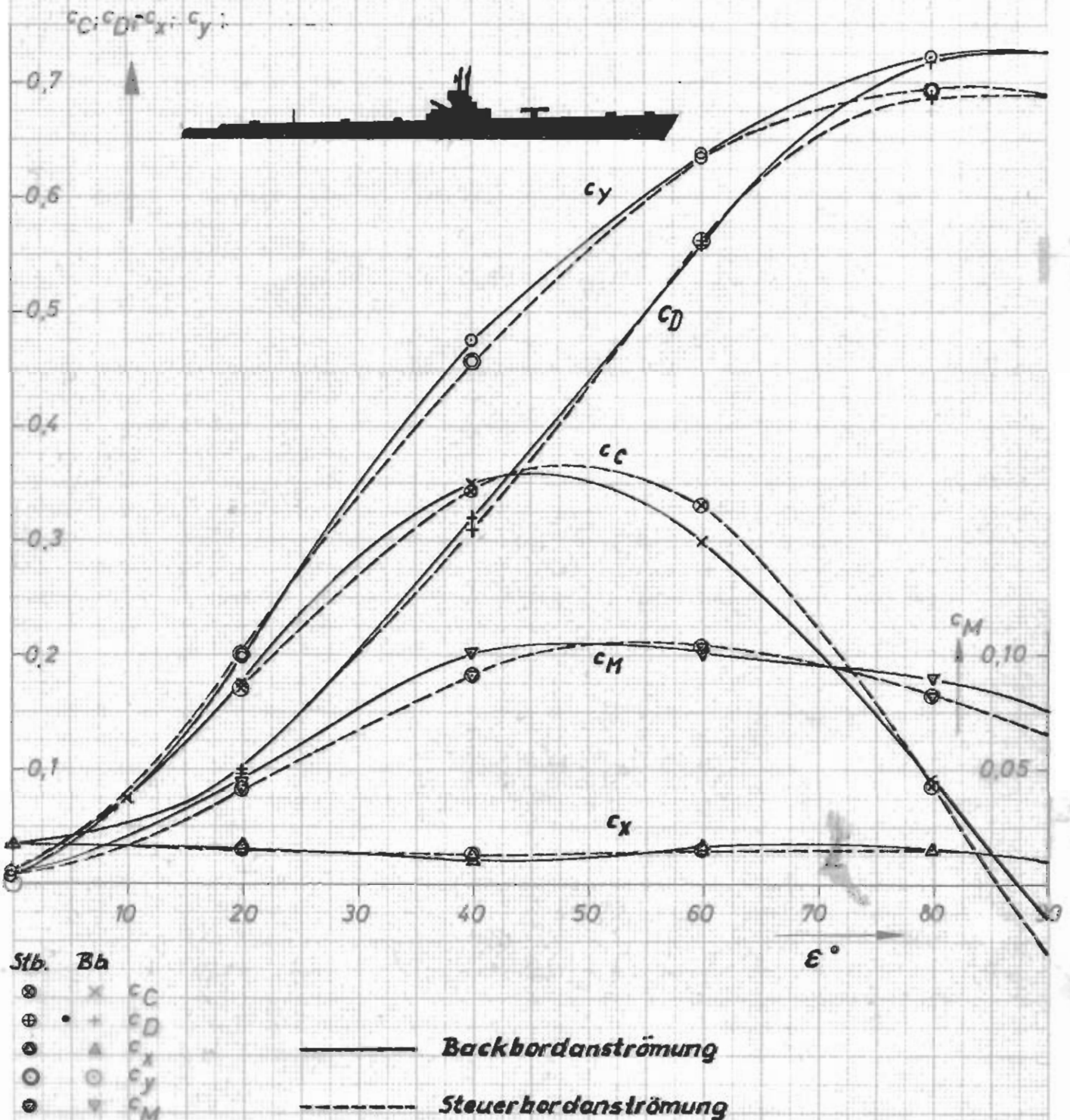


Fig. 6 b
(vgl. Tab. 3)

$$\frac{2 A_L}{L_{00}^2} = 0,682$$
$$\frac{L_{00}}{B} = 11,56$$
$$R_n = 7,94 \cdot 10^6$$

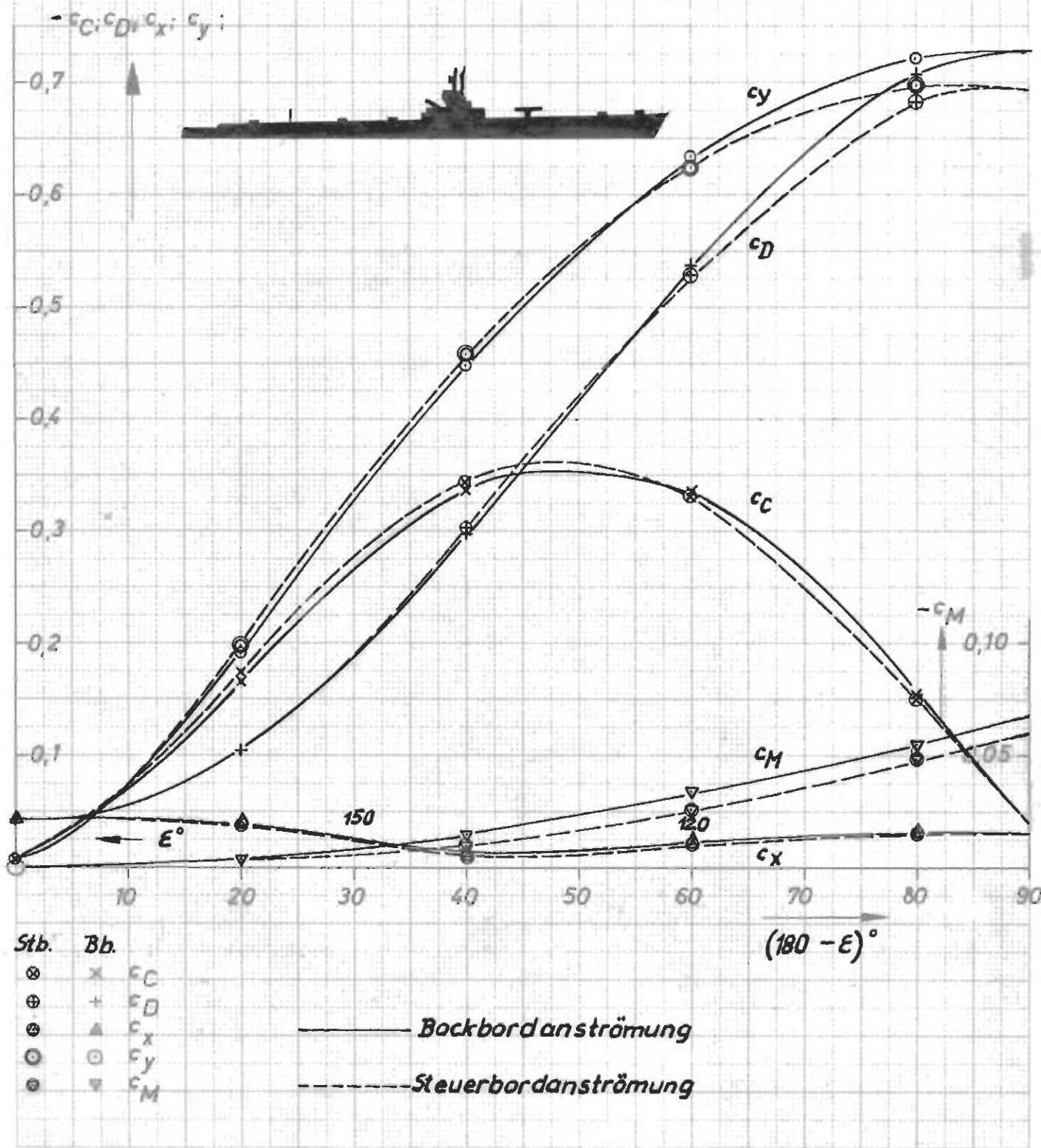
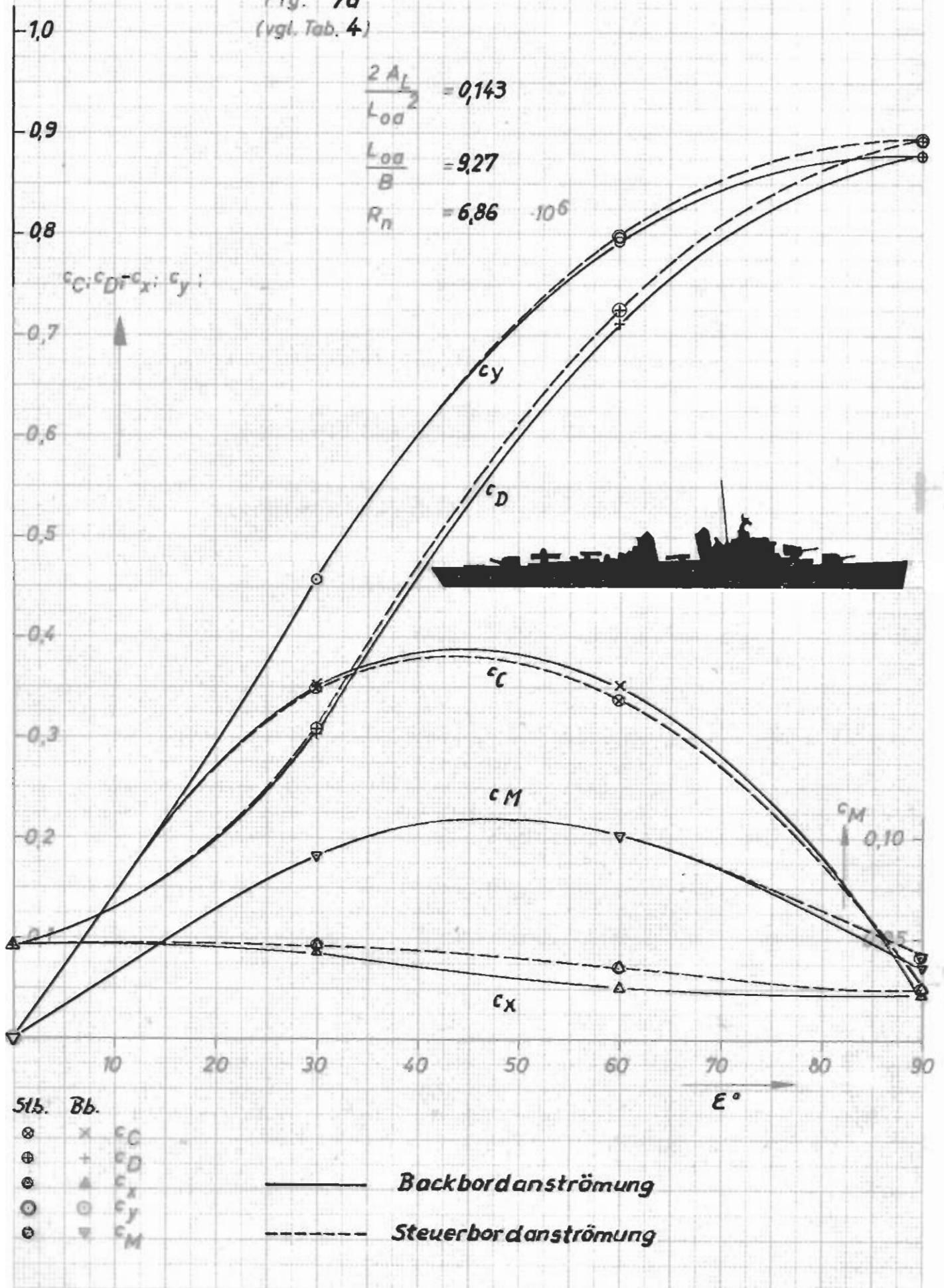


Fig. 7a
(vgl. Tab. 4)

$$\frac{2 A_L}{L_{od}^2} = 0,143$$

$$\frac{L_{od}}{B} = 9,27$$

$$R_n = 6,86 \cdot 10^6$$



Zerstörer DD 692

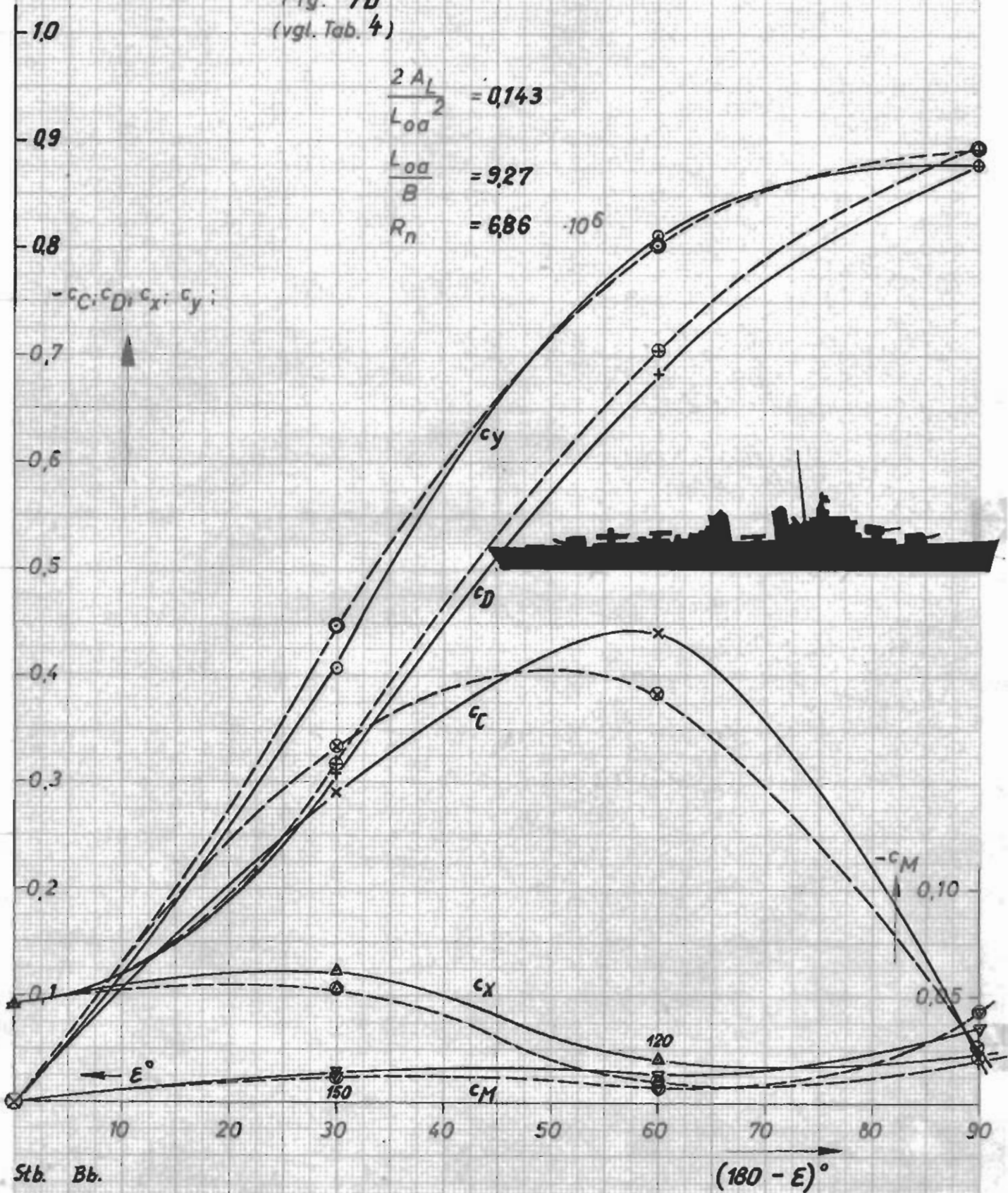
(achterliche Anströmung)

Fig. 7b
(vgl. Tab. 4)

$$\frac{2 A_L}{L_{oa}^2} = 0,143$$

$$\frac{L_{oa}}{B} = 9,27$$

$$R_n = 6,86 \cdot 10^6$$



Stb.	Bb.	
⊗	×	c_C
⊕	+	c_D
●	▲	c_X
⊙	⊖	c_Y
⊙	▽	c_M

———— Backbordanströmung
 - - - - - Steuerbordanströmung

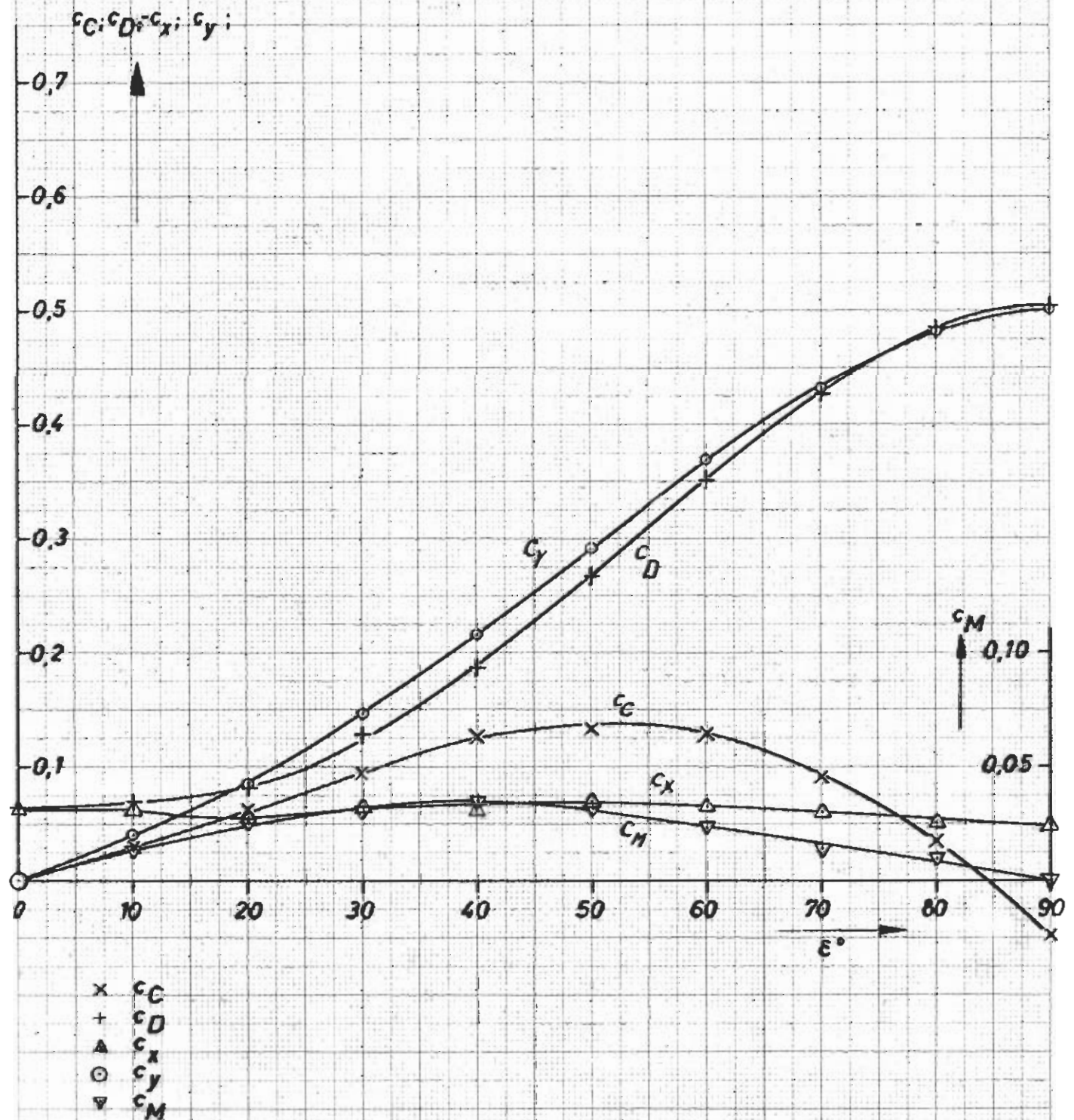
Rumpf Tanker A1

Fig. 8a
(vgl. Tab. 5)

$$\frac{2 A_L}{L_{00}^2} = 0.0374$$

$$\frac{L_{00}}{B} = 7.66$$

$$R_n = 3.61 \cdot 10^6$$



Rumpf Tanker A1
(achterliche Anströmung)

Fig. 8b
(vgl. Tab. 5)

$$\frac{2 A_L}{L_{oa}^2} = 0,0374$$

$$\frac{L_{oa}}{B} = 7,66$$

$$R_n = 3,61 \cdot 10^6$$

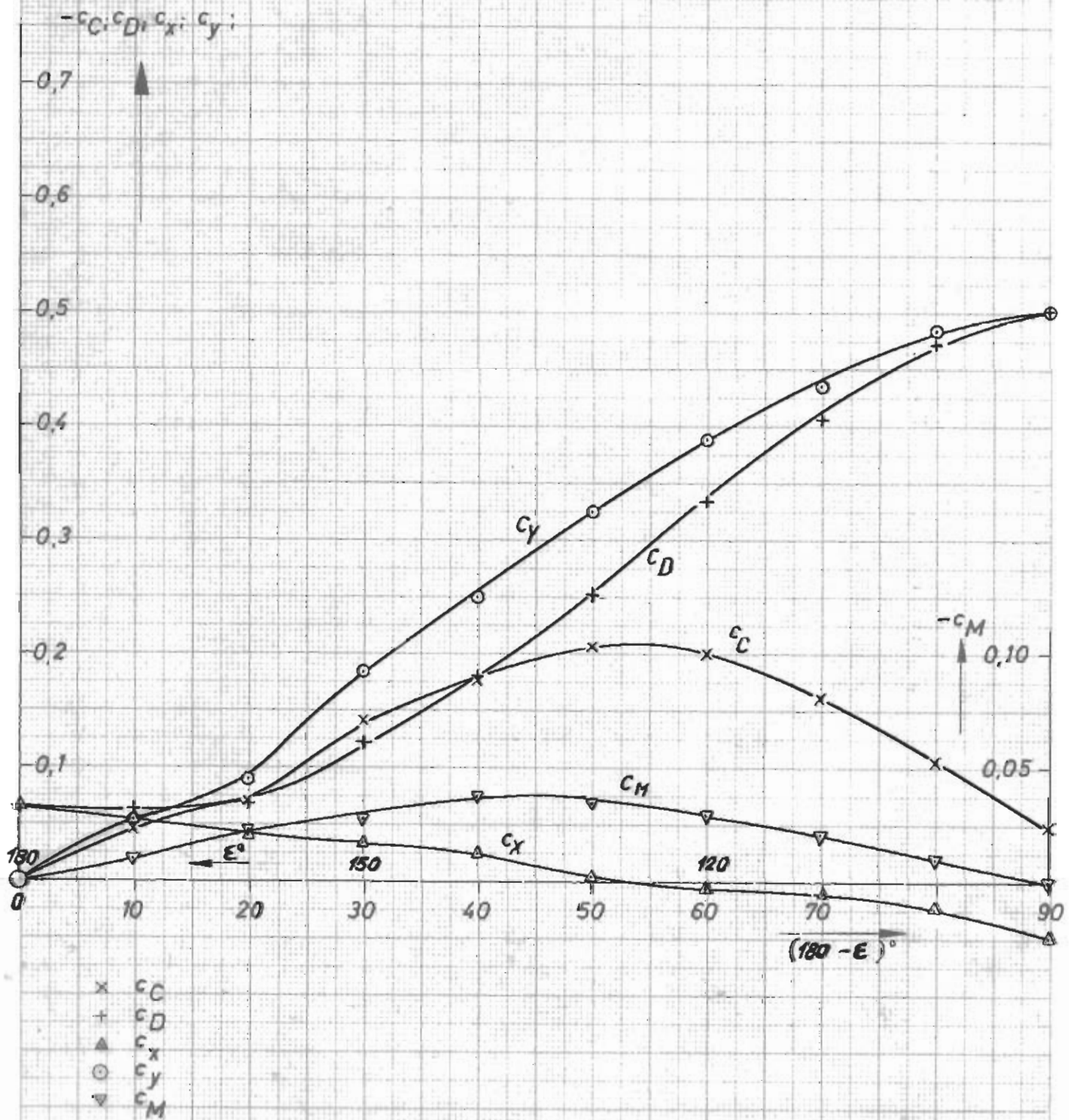
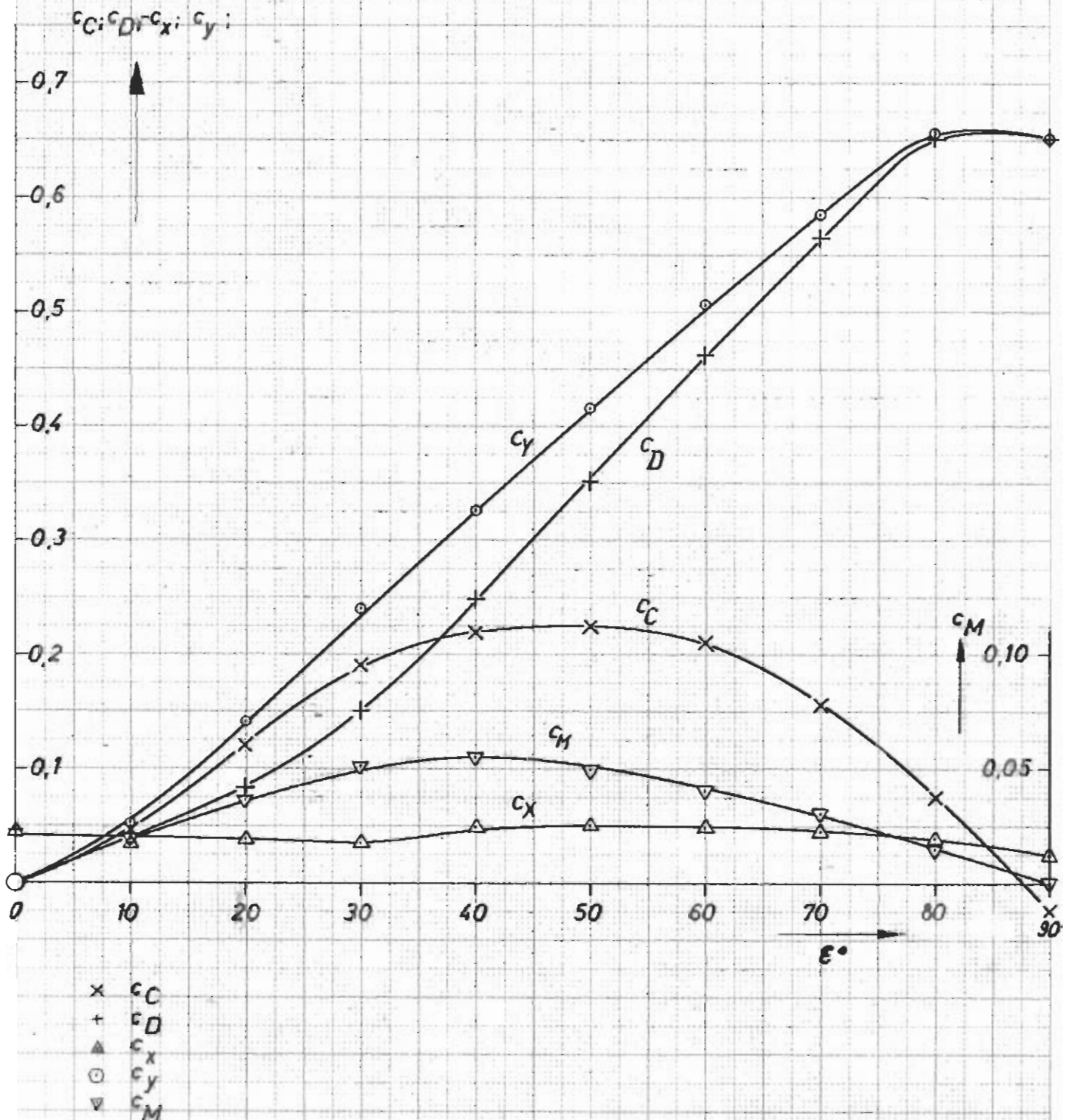


Fig. 9a
(vgl. Tab. 6)

$$\frac{2 A_L}{L_{oa}^2} = 0,0780$$

$$\frac{L_{oa}}{B} = 7,66$$

$$R_n = 3,61 \cdot 10^6$$



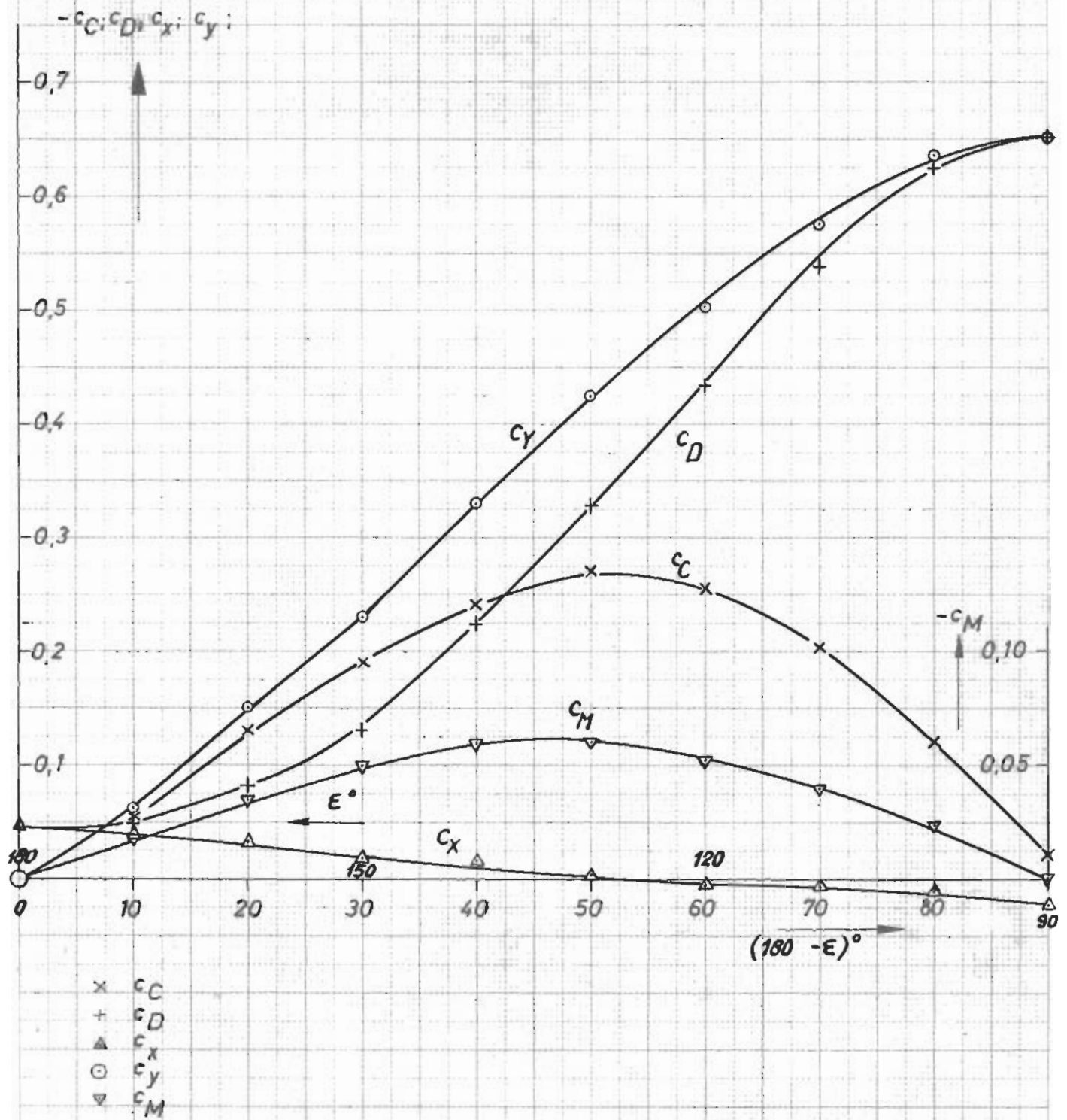
Rumpf Tanker A2
(achterliche Anströmung)

Fig. 9 b
(vgl. Tab. 6)

$$\frac{2 A_L}{L_{oa}^2} = 0,0780$$

$$\frac{L_{oa}}{B} = 7,66$$

$$R_n = 3,61 \cdot 10^6$$



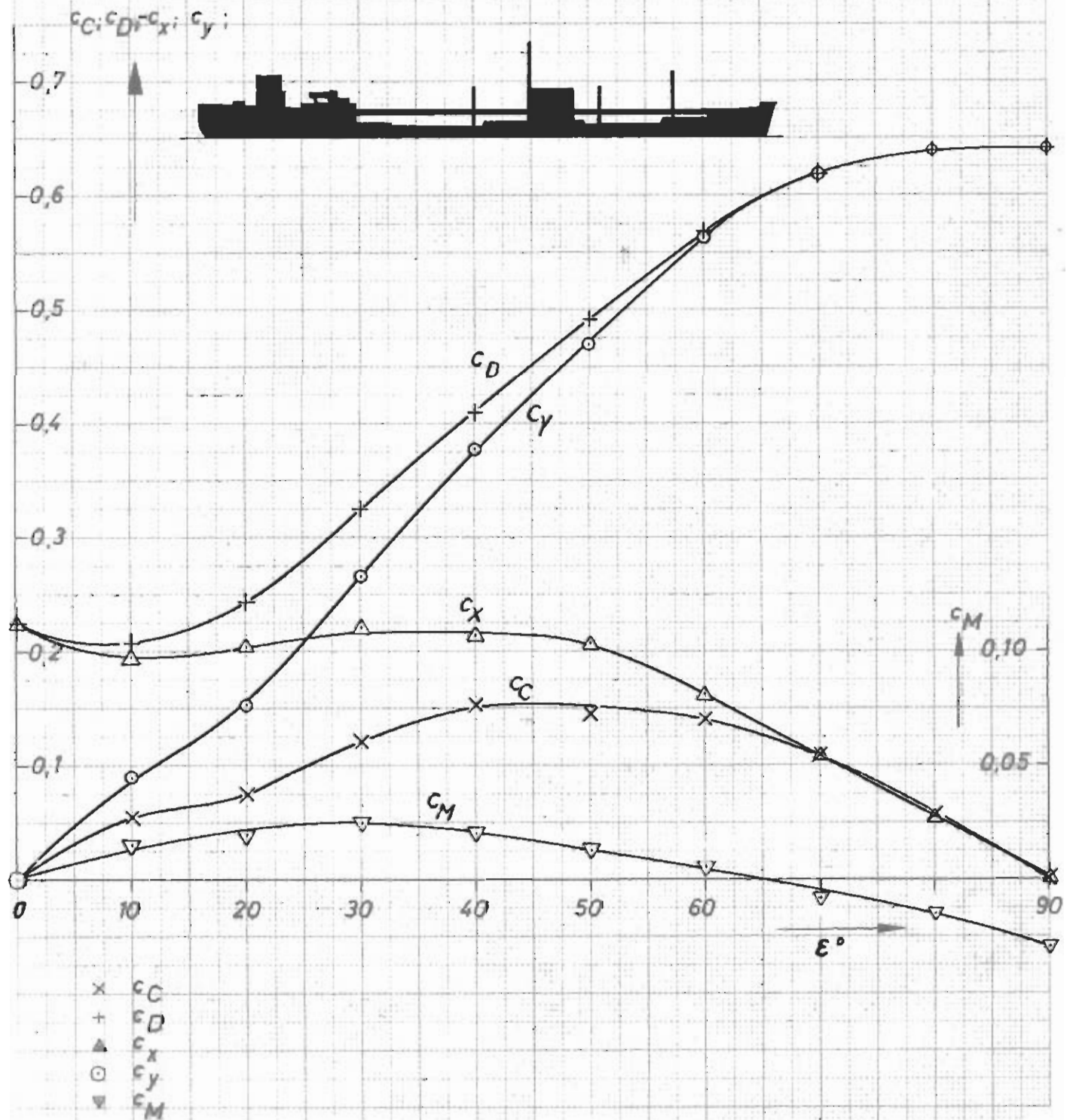
Tanker A1

Fig. 10a
(vgl. Tab. 7)

$$\frac{2 A_L}{L_{oa}^2} = 0,0808$$

$$\frac{L_{oa}}{B} = 7,66$$

$$R_n = 3,61 \cdot 10^6$$



Tanker A 1
(achterliche Anstr.)

Fig. 10 b
(vgl. Tab. 7)

$$\frac{2 A_L}{L_{oa}^2} = 0,0808$$

$$\frac{L_{oa}}{B} = 7,66$$

$$R_n = 3,61 \cdot 10^6$$

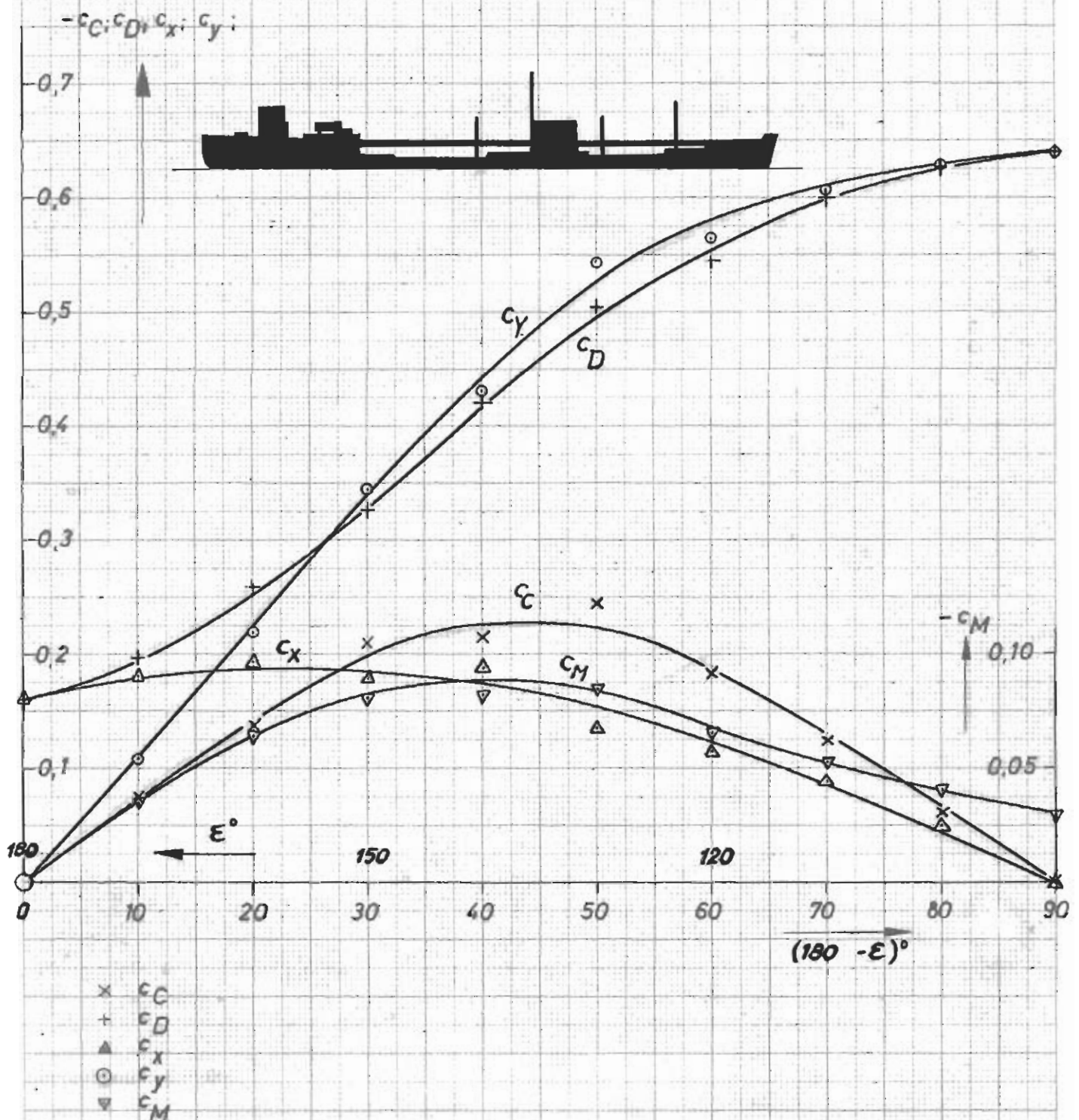
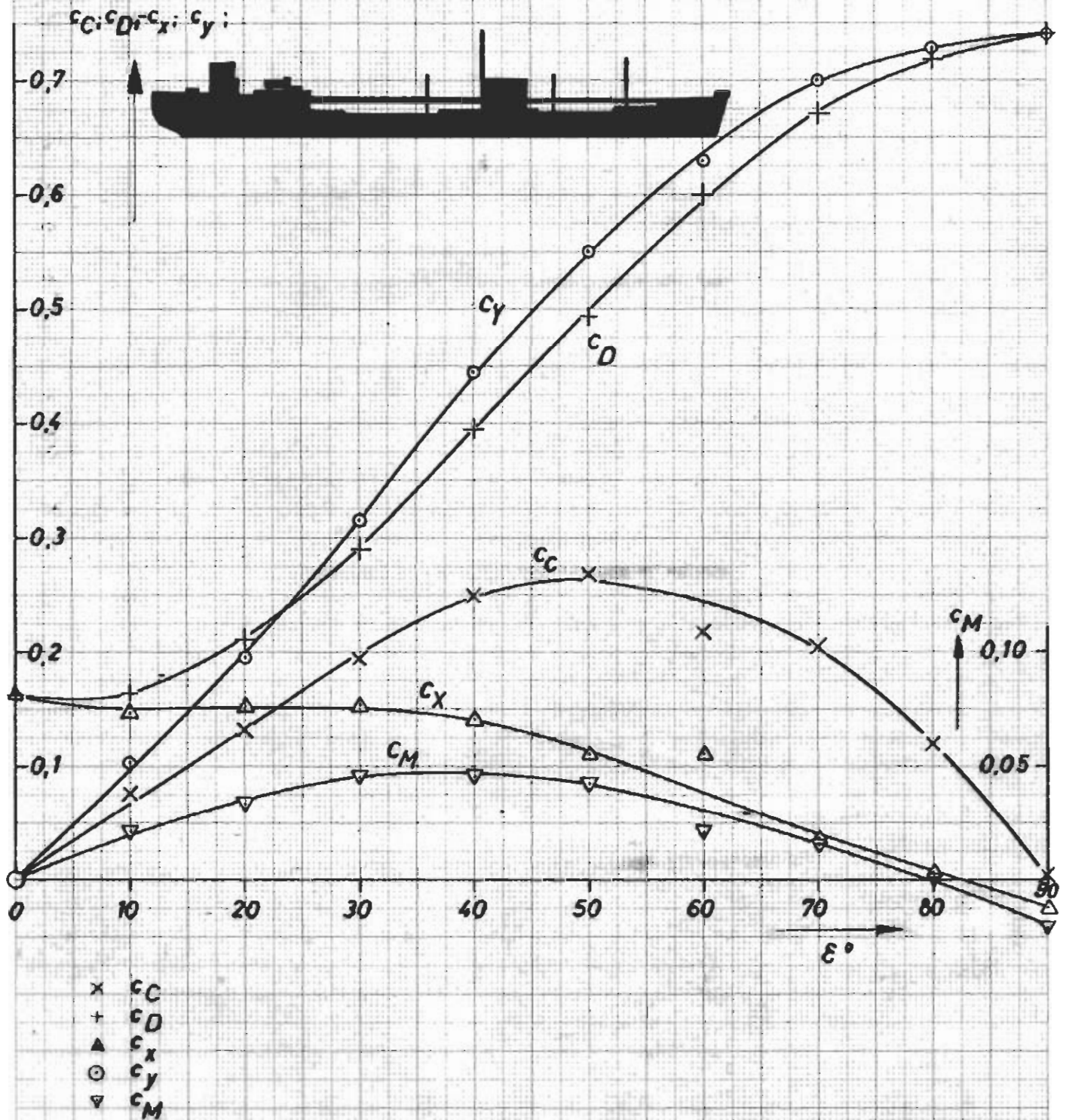


Fig. 11a
(vgl. Tab. 8)

$$\frac{2 A_L}{L_{oa}^2} = 0,1212$$

$$\frac{L_{oa}}{B} = 7,66$$

$$R_n = 3,61 \cdot 10^6$$



Tanker A2
(achterliche Anströmung)

Fig. 11 b
(vgl. Tab. 8)

$$\frac{2 A_L}{L_{oa}^2} = 0,1212$$

$$\frac{L_{oa}}{B} = 7,66$$

$$R_n = 3,61 \cdot 10^6$$

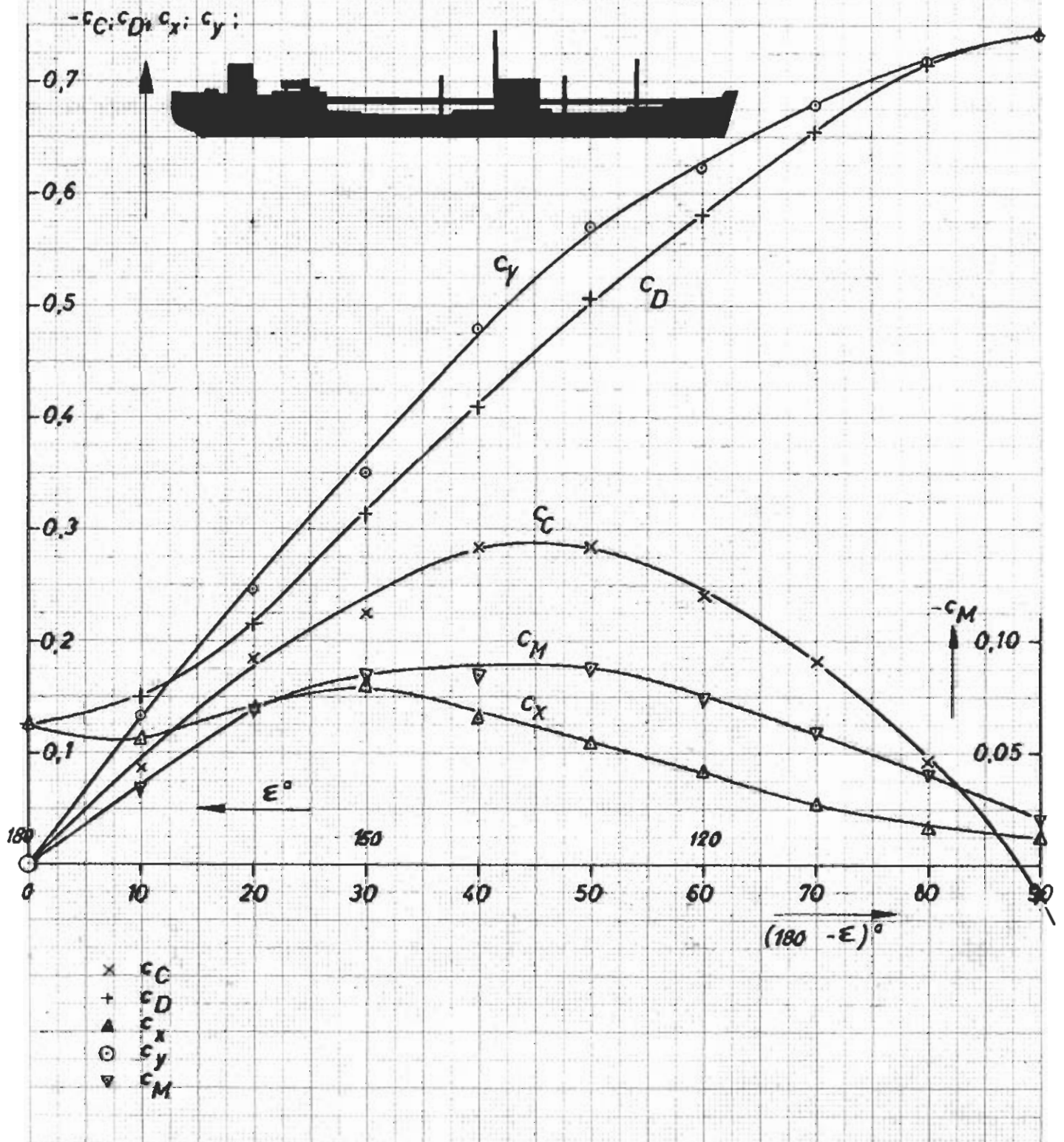
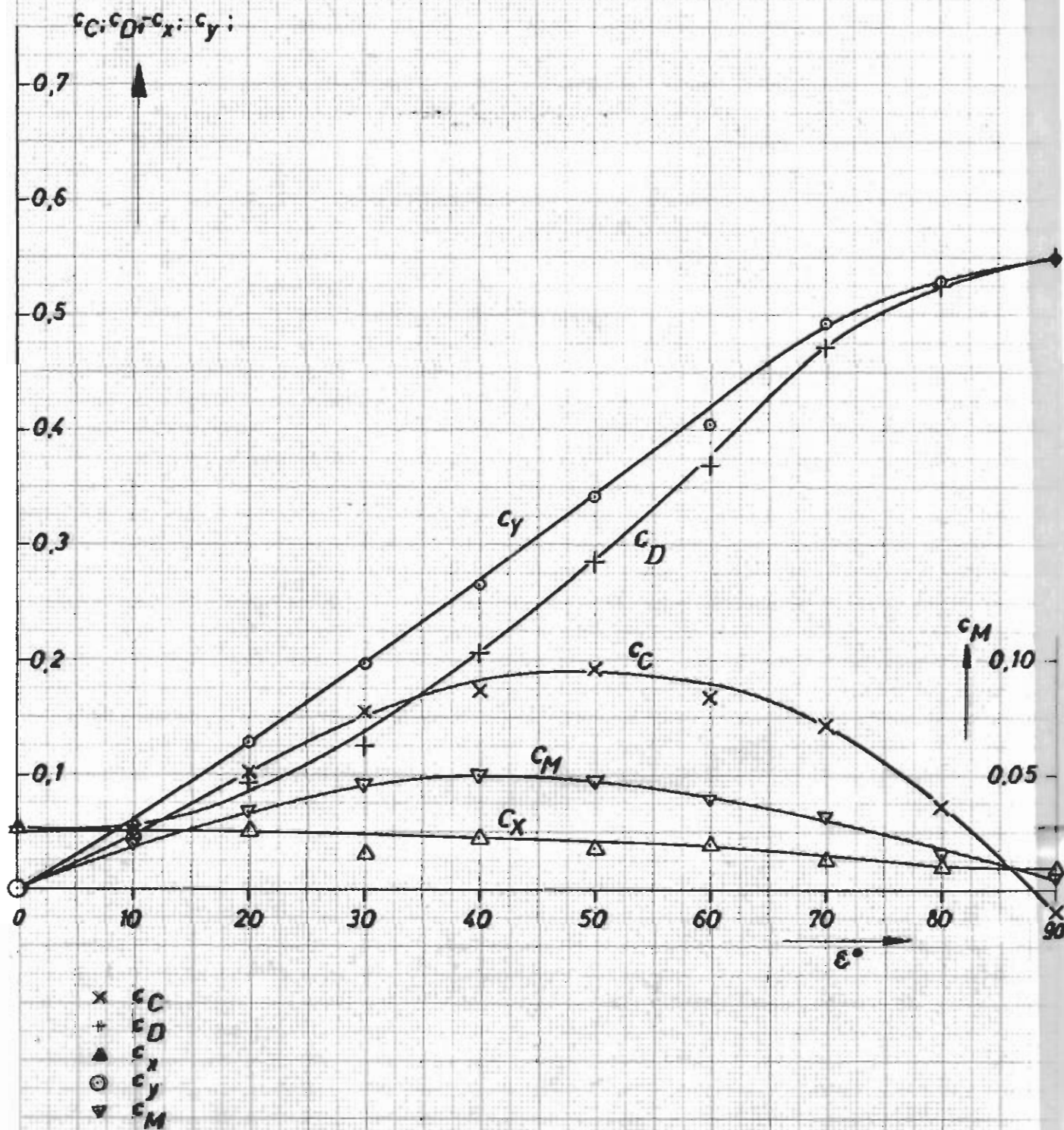


Fig. 12 a
(vgl. Tab. 9)

$$\frac{2 A_L}{L_{00}^2} = 0,0560$$

$$\frac{L_{00}}{B} = 7,90$$

$$R_n = 3,16 \cdot 10^6$$



Rumpf Frachter B 1
(achterliche Anströmung)

Fig. 12 b
(vgl. Tab. 9)

$$\frac{2 A_L}{L_{oa}^2} = 0,0560$$

$$\frac{L_{oa}}{B} = 7,90$$

$$R_n = 3,16 \cdot 10^6$$

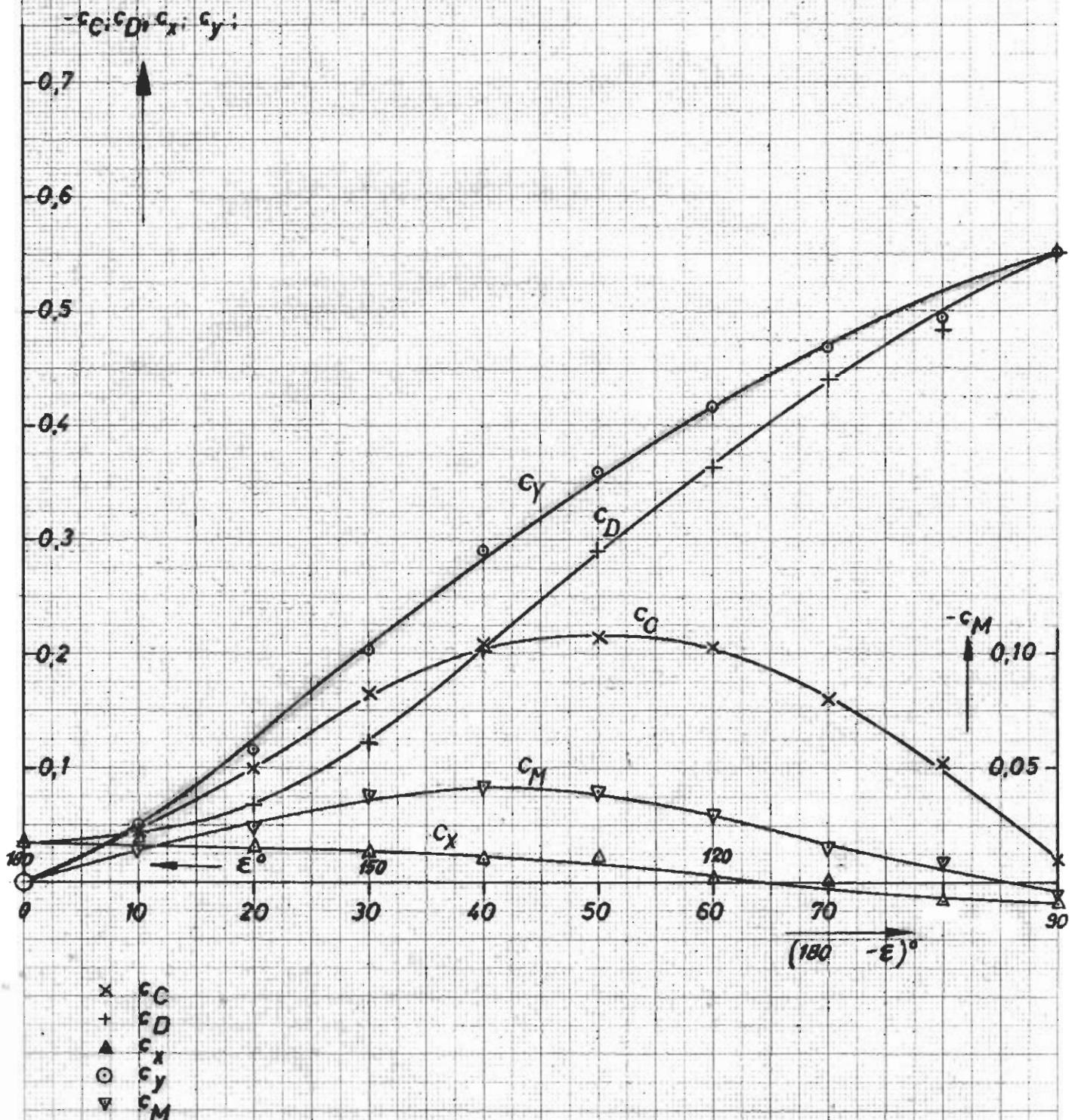
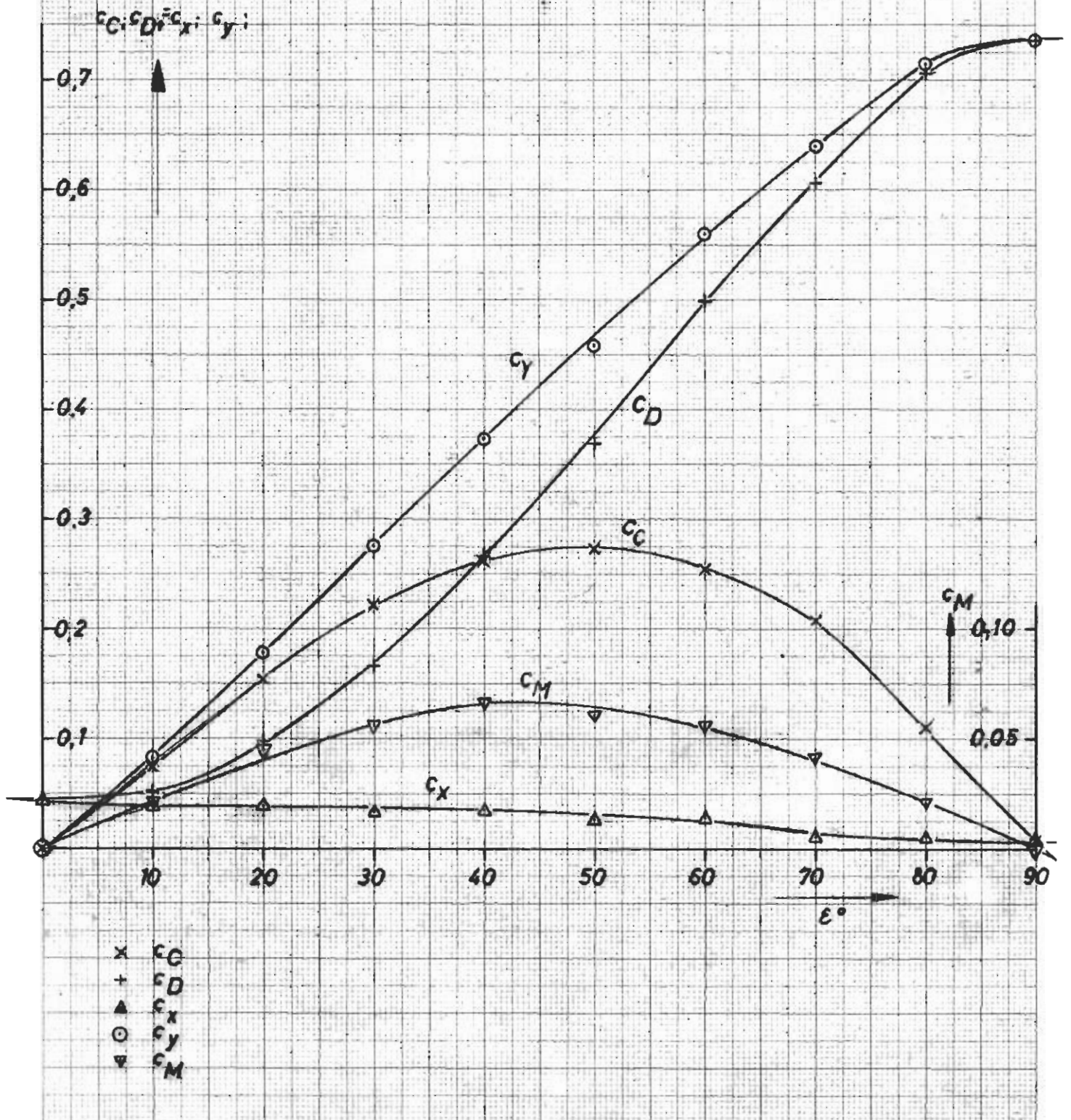


Fig. 13 a
(vgl. Tab. 10)

$$\frac{2 A_L}{L_{oa}^2} = 0,097$$

$$\frac{L_{oa}}{B} = 7,90$$

$$R_n = 3,16 \cdot 10^6$$



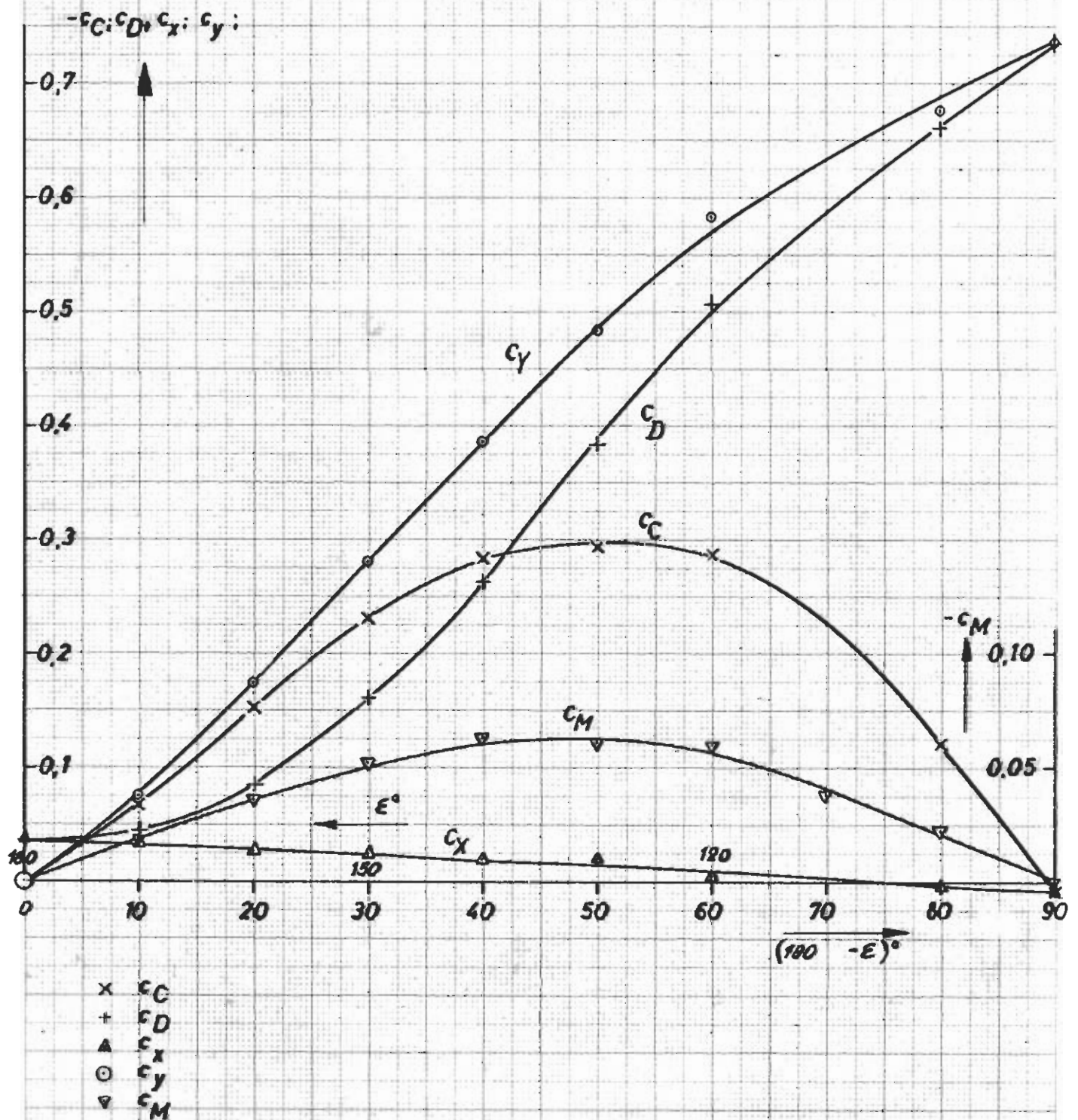
Frachter Rumpf B2
(achterliche Anströmung)

Fig. 13 b
(vgl. Tab. 10)

$$\frac{2 A_L}{L_{oa}^2} = 0,097$$

$$\frac{L_{oa}}{B} = 7,90$$

$$R_n = 3,16 \cdot 10^6$$



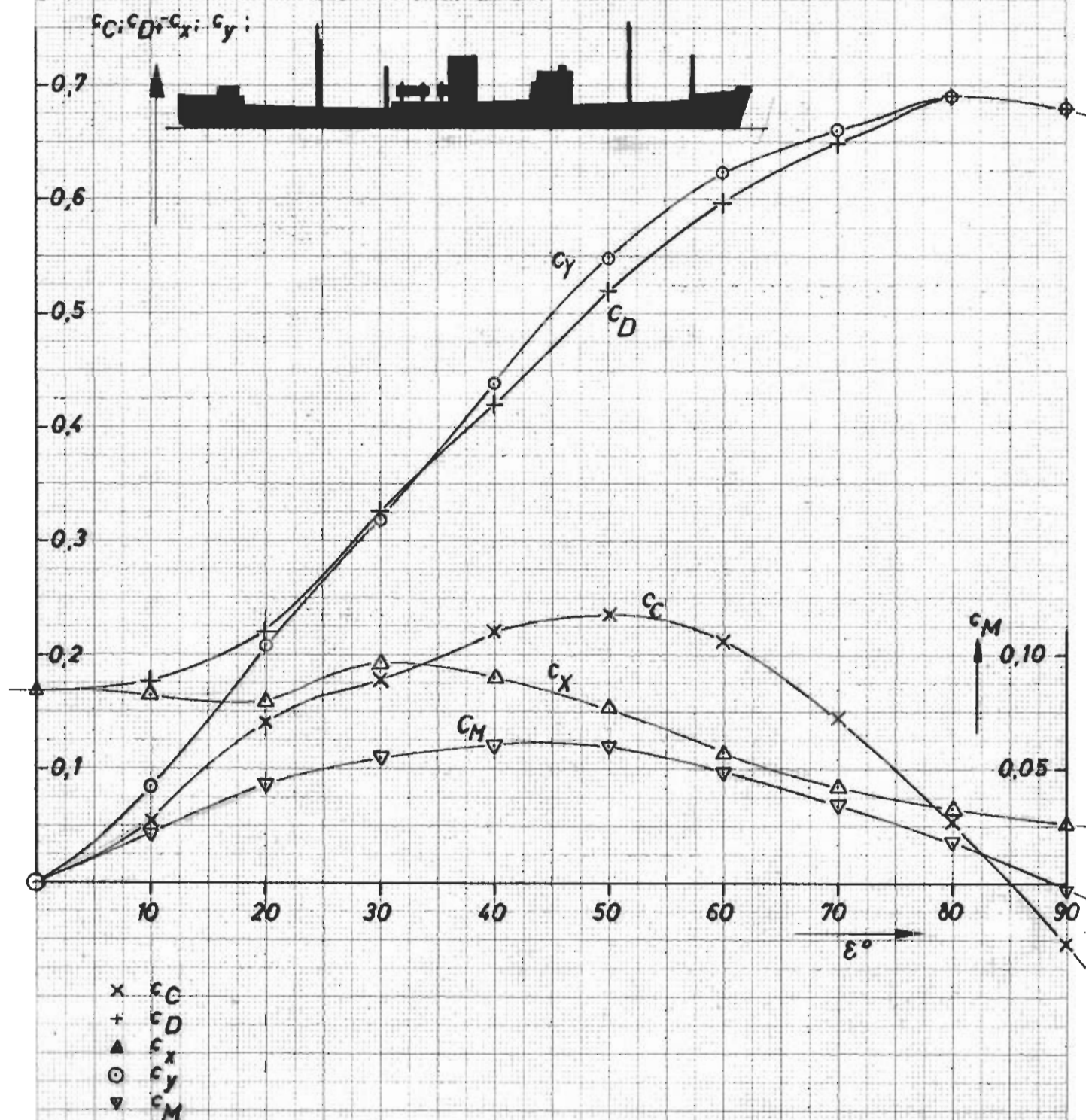
Frachter B1

Fig. 14a
(vgl. Tab. 11)

$$\frac{2 A_L}{L_{oa}^2} = 0,1050$$

$$\frac{L_{oa}}{B} = 7,90$$

$$R_n = 3,16 \cdot 10^6$$



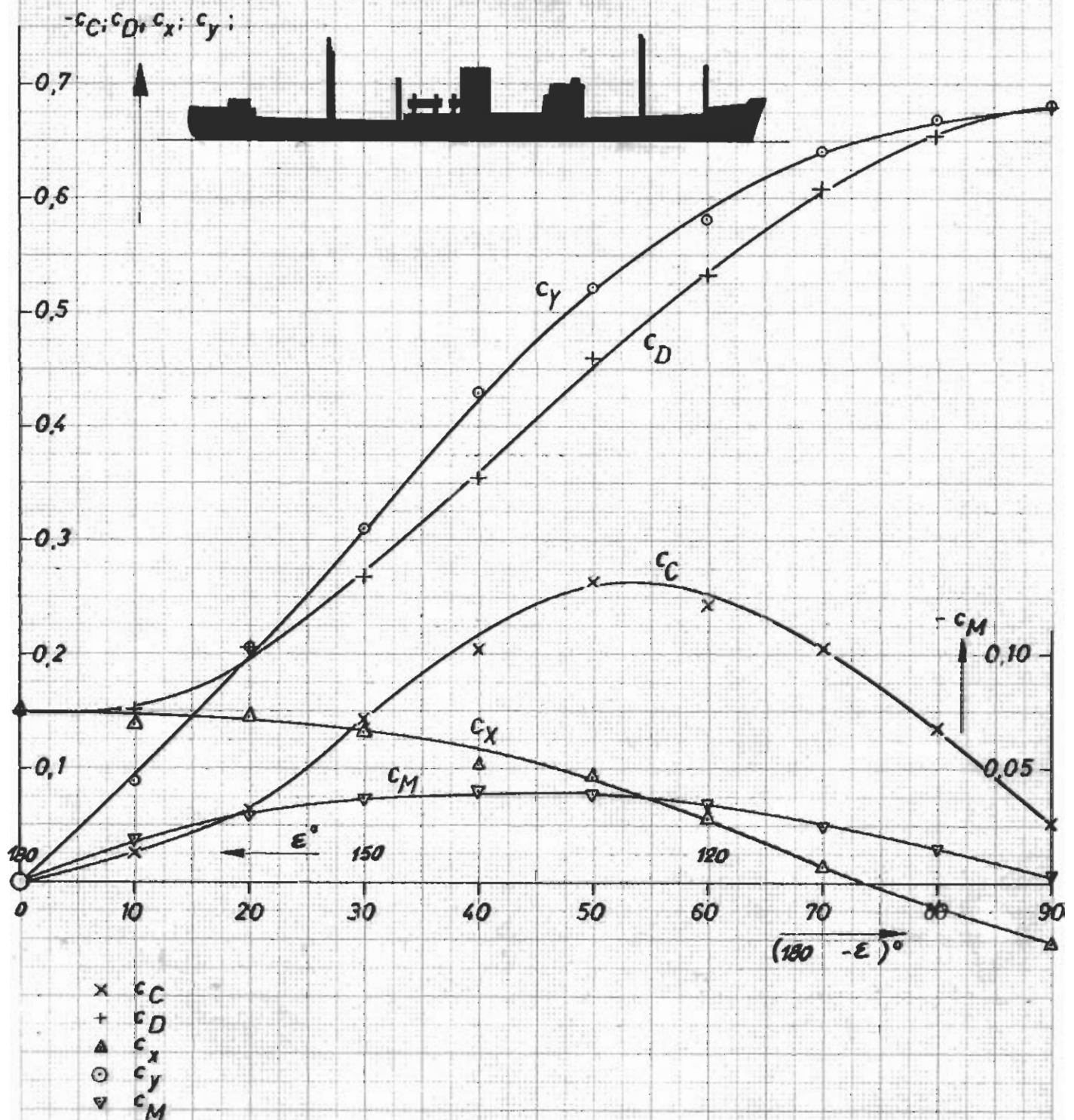
Frachter B1
(achterliche Anströmung)

Fig. 14 b
(vgl. Tab. 11)

$$\frac{2 A_L}{L_{oa}^2} = 0,1050$$

$$\frac{L_{oa}}{B} = 7,90$$

$$R_n = 3,16 \cdot 10^6$$



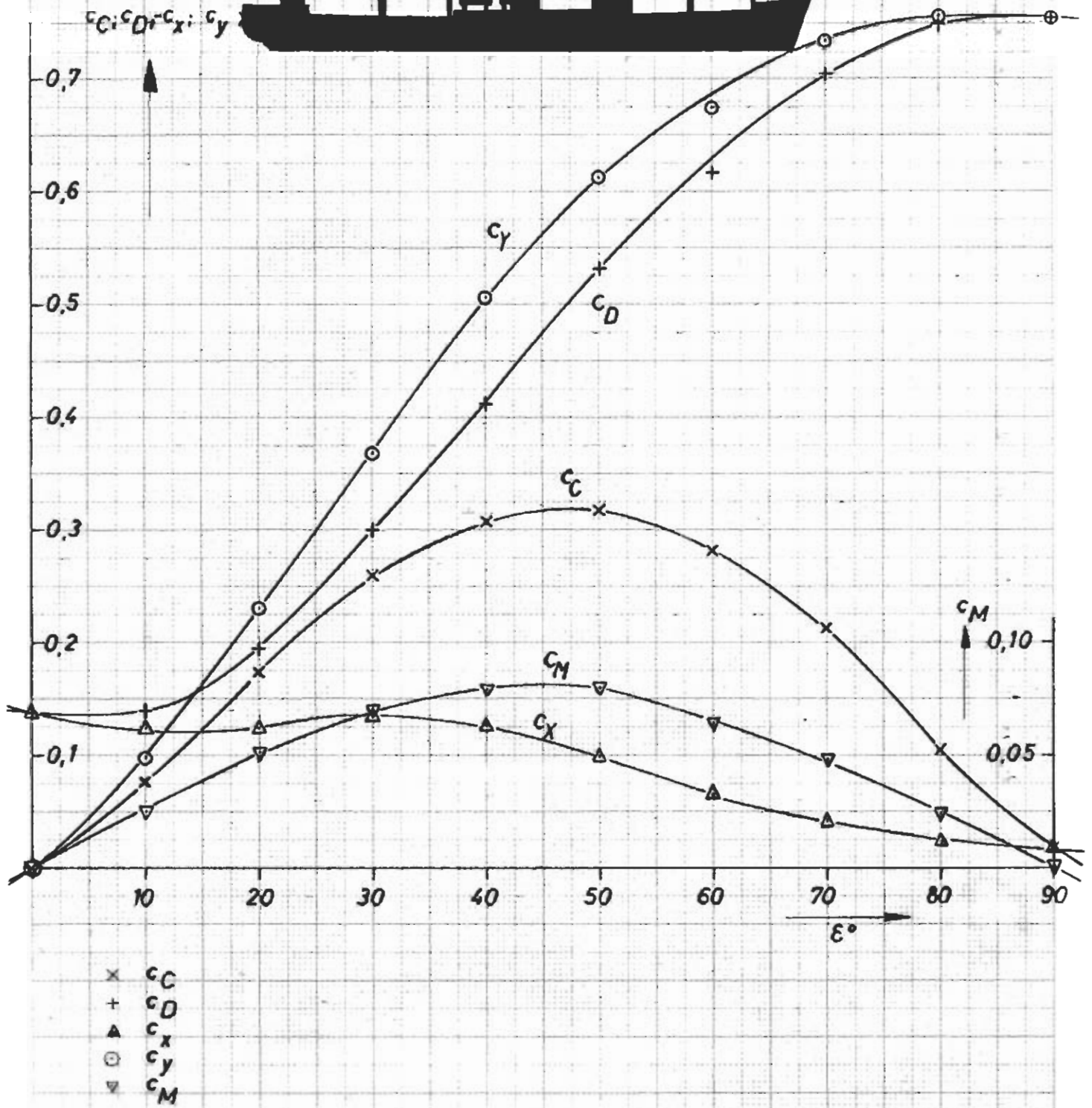
Frachter B2

Fig. 15a
(vgl. Tab.12)

$$\frac{2 A_L}{L_{oa}^2} = 0,1460$$

$$\frac{L_{oa}}{B} = 7,90$$

$$R_n = 3,16 \cdot 10^6$$



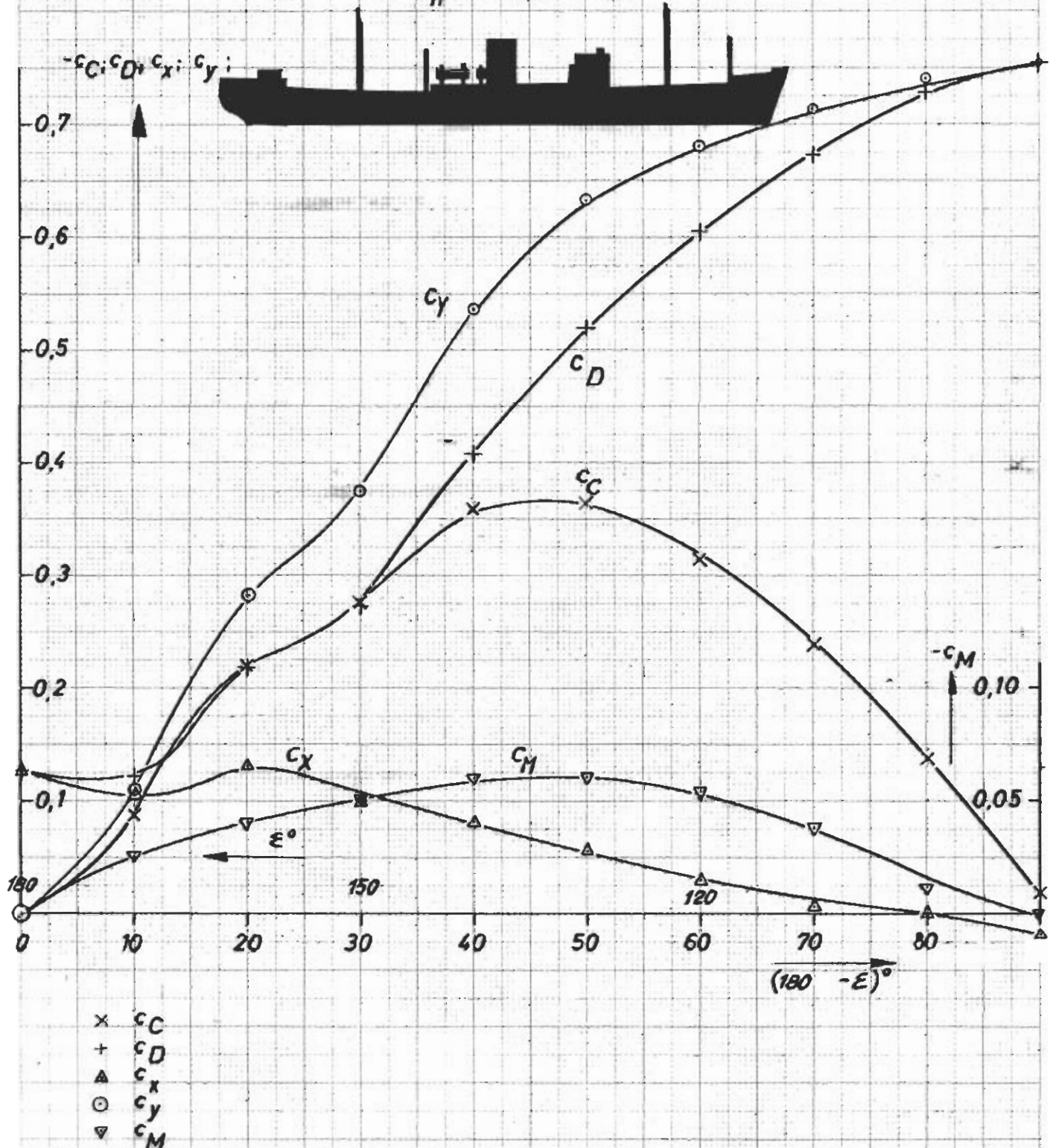
Frachter B2
(achterliche Anströmung)

Fig. 15b
(vgl. Tab. 12)

$$\frac{2 A_L}{L_{oa}^2} = 0,1460$$

$$\frac{L_{oa}}{B} = 7,90$$

$$R_n = 3,16 \cdot 10^6$$



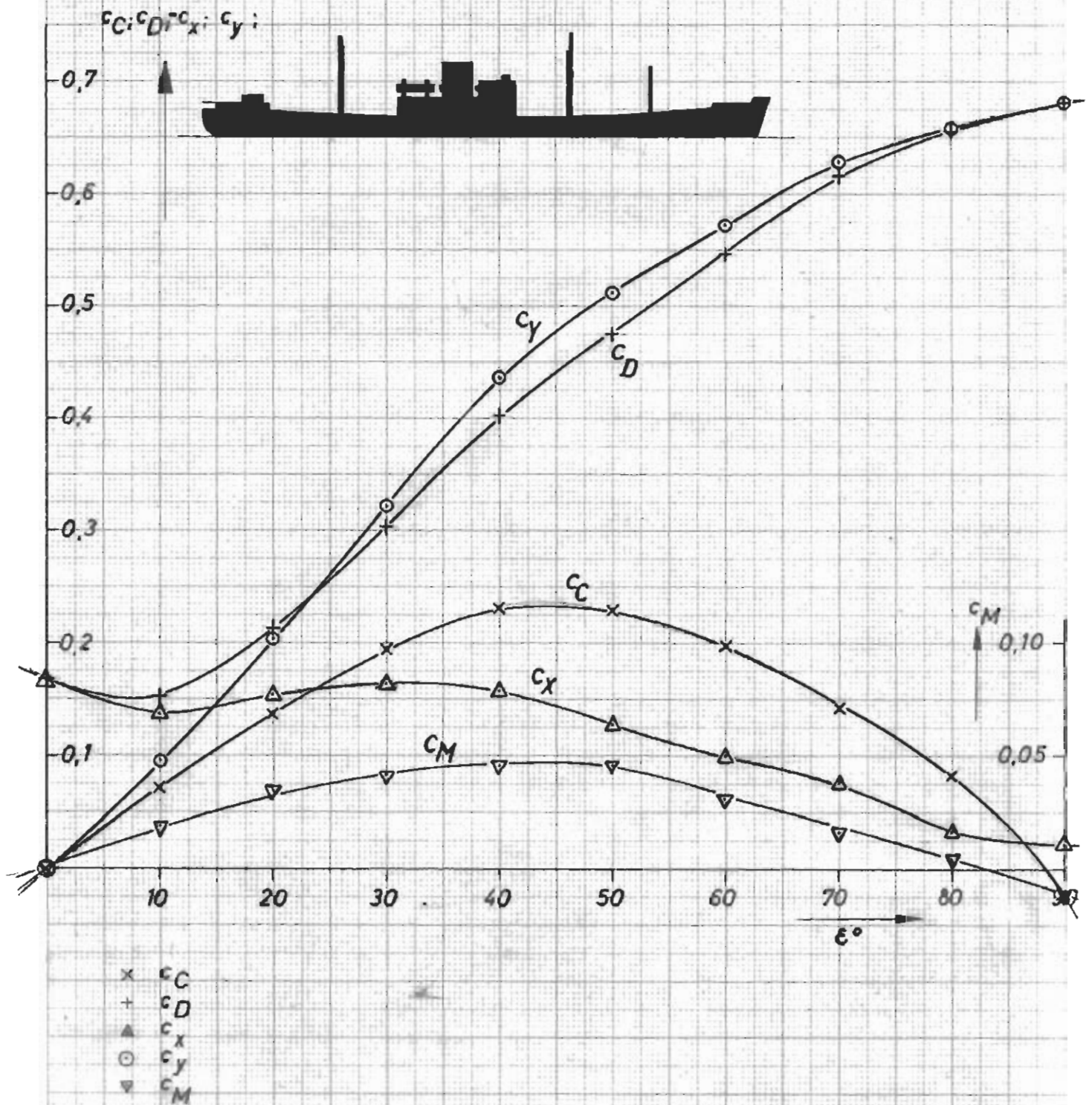
Frachter C1

Fig. 16 a
(vgl. Tab. 13)

$$\frac{2 A_L}{L_{0a}^2} = 0,1060$$

$$\frac{L_{0a}}{B} = 7,90$$

$$R_n = 3,16 \cdot 10^6$$



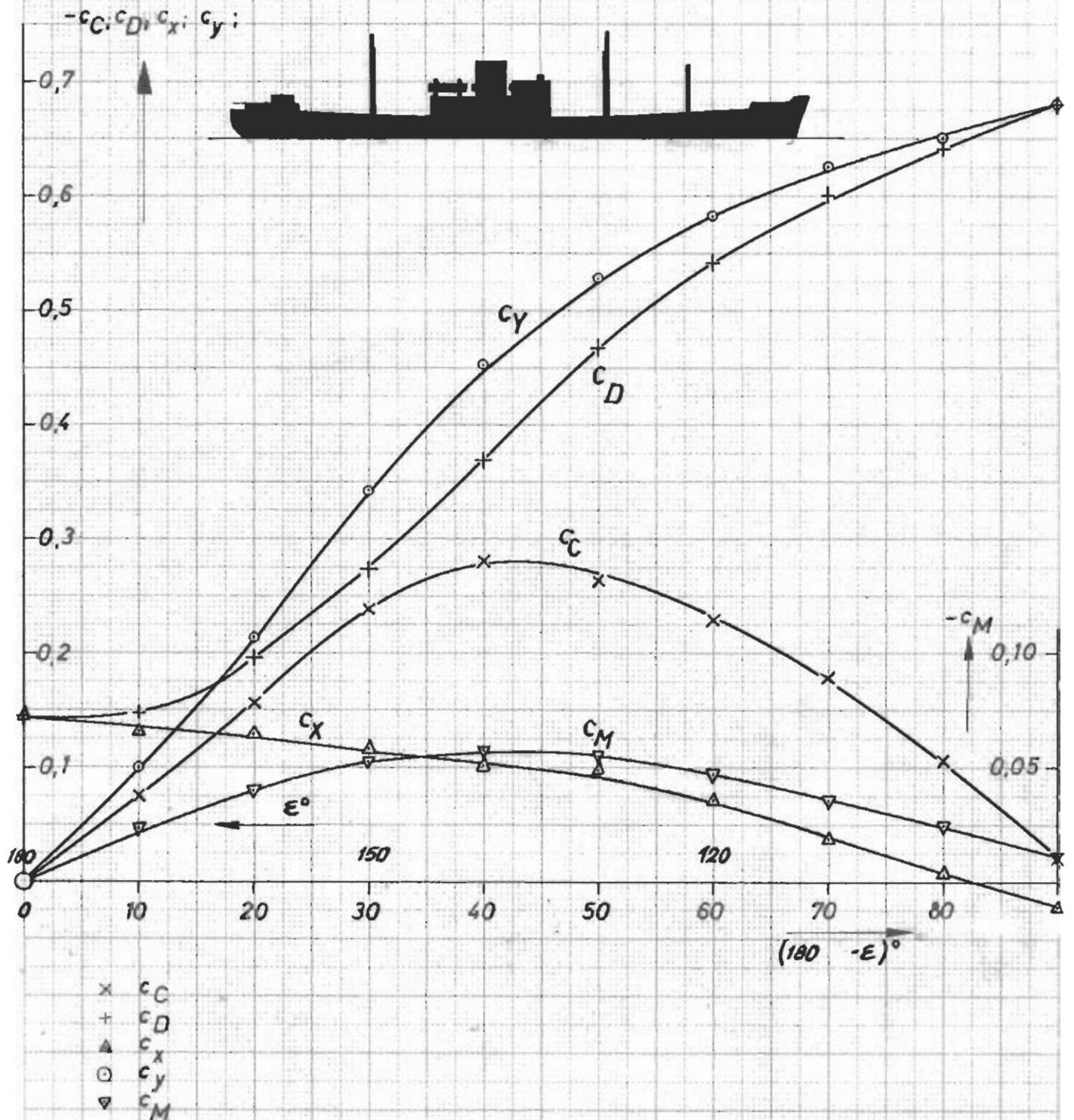
Frachter C1
(achterliche Anströmung)

Fig. 16b
(vgl. Tab. 13)

$$\frac{2 A_L}{L_{od}^2} = 0,1060$$

$$\frac{L_{od}}{B} = 7,90$$

$$R_n = 3,16 \cdot 10^6$$



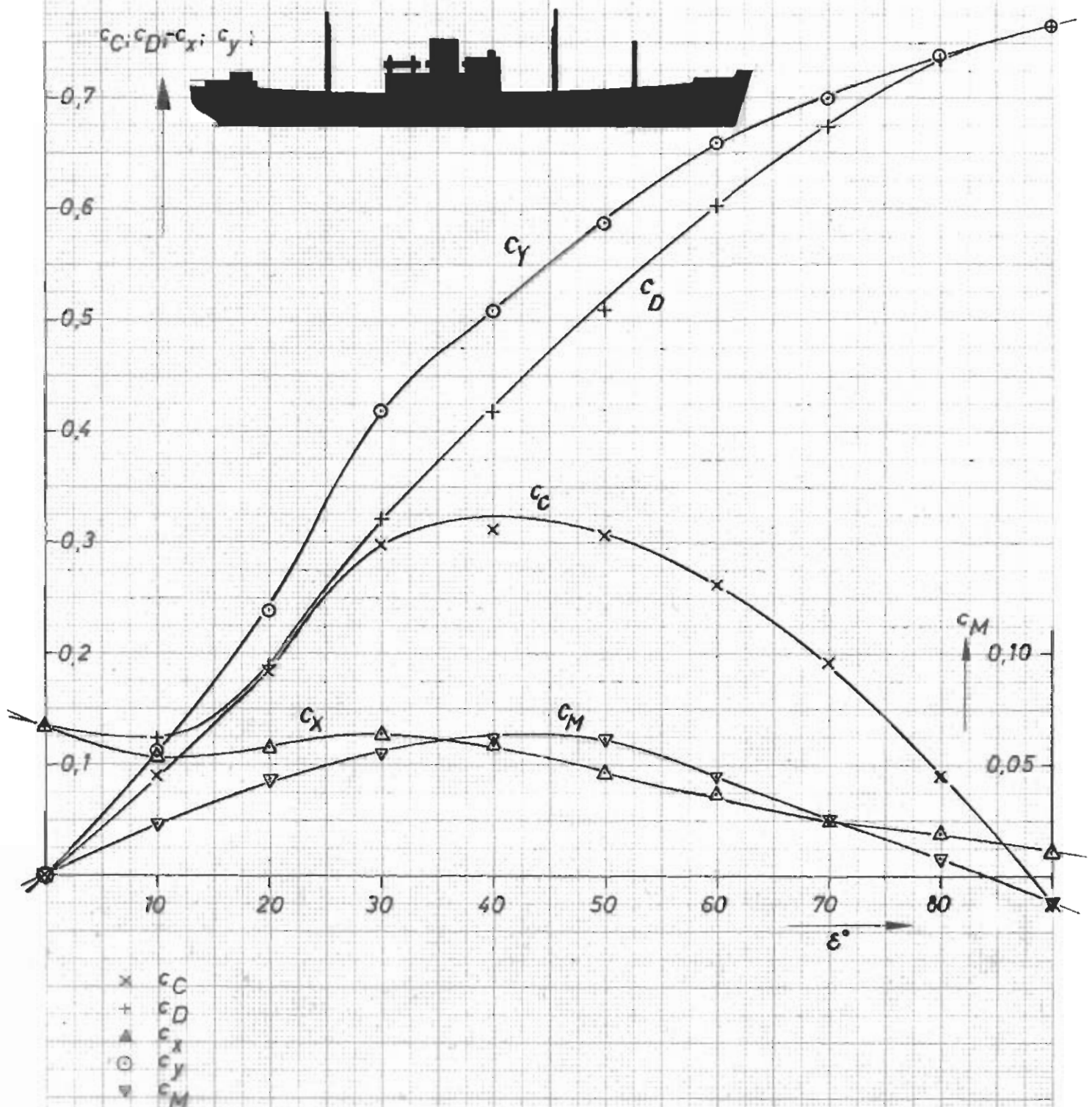
Frachter C2

Fig. 17 a
(vgl. Tab. 14)

$$\frac{2 A_L}{L_{0a}^2} = 0,1470$$

$$\frac{L_{0a}}{B} = 7,90$$

$$R_n = 3,16 \cdot 10^6$$



Frachter C2 (achterliche Anströmung)

Fig. 17b
(vgl. Tab. 14)

$$\frac{2 A_L}{L_{oa}^2} = 0,1470$$

$$\frac{L_{oa}}{B} = 7,90$$

$$R_n = 3,16 \cdot 10^6$$

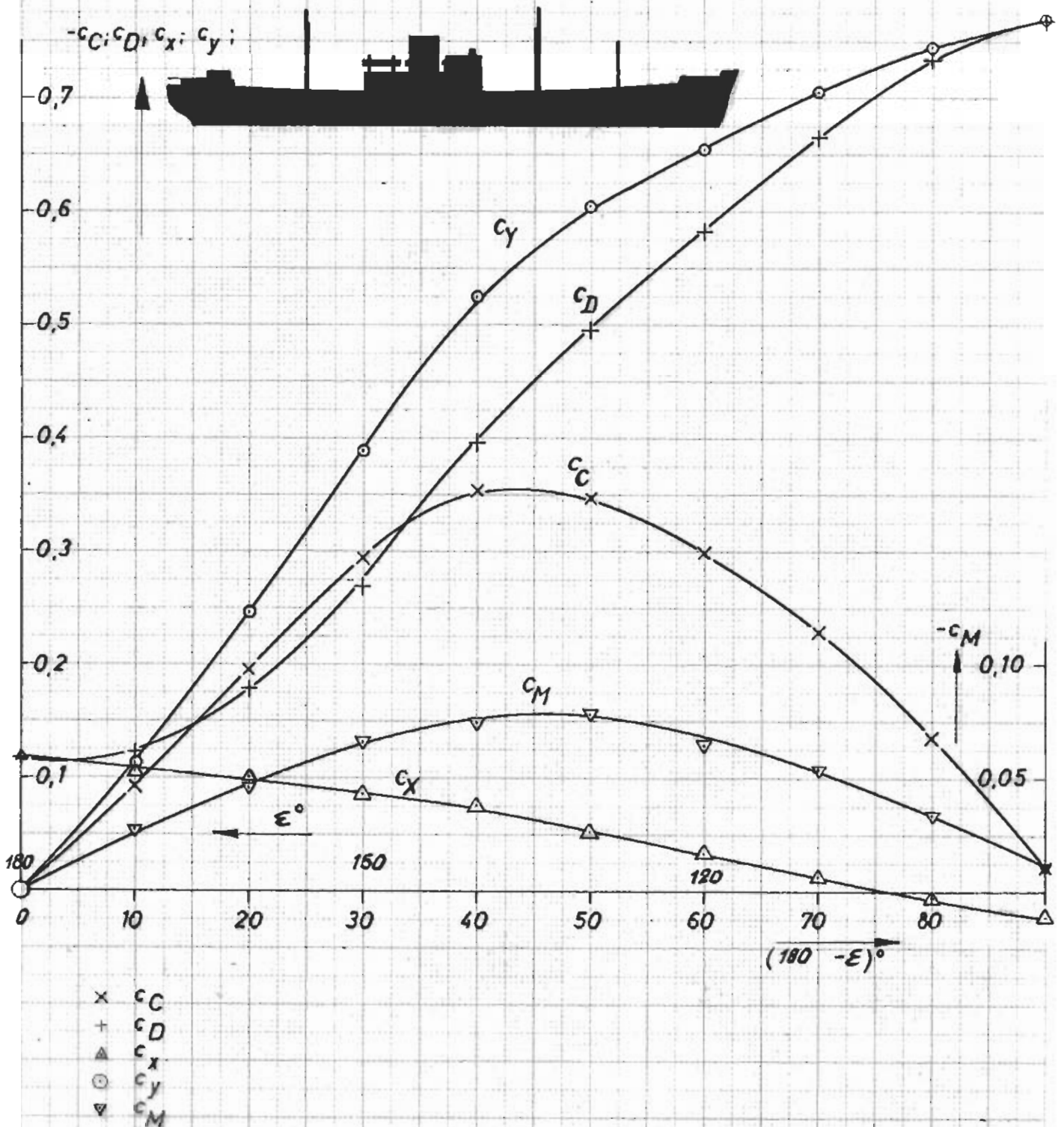
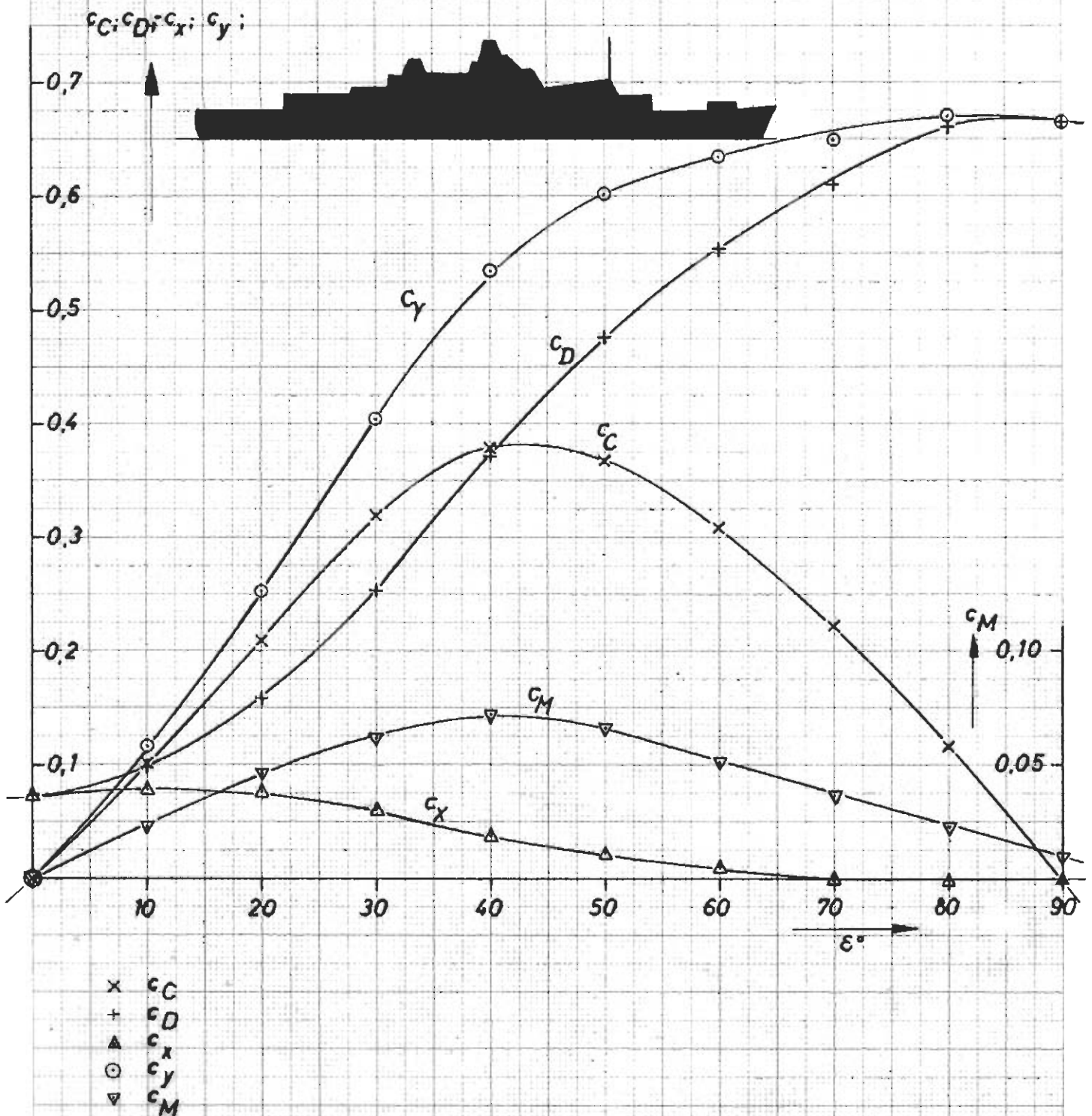


Fig. 18 a
(vgl. Tab. 15)

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

$$\frac{L_{oa}}{B} = 8,26$$

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



Fahrgastschiff D

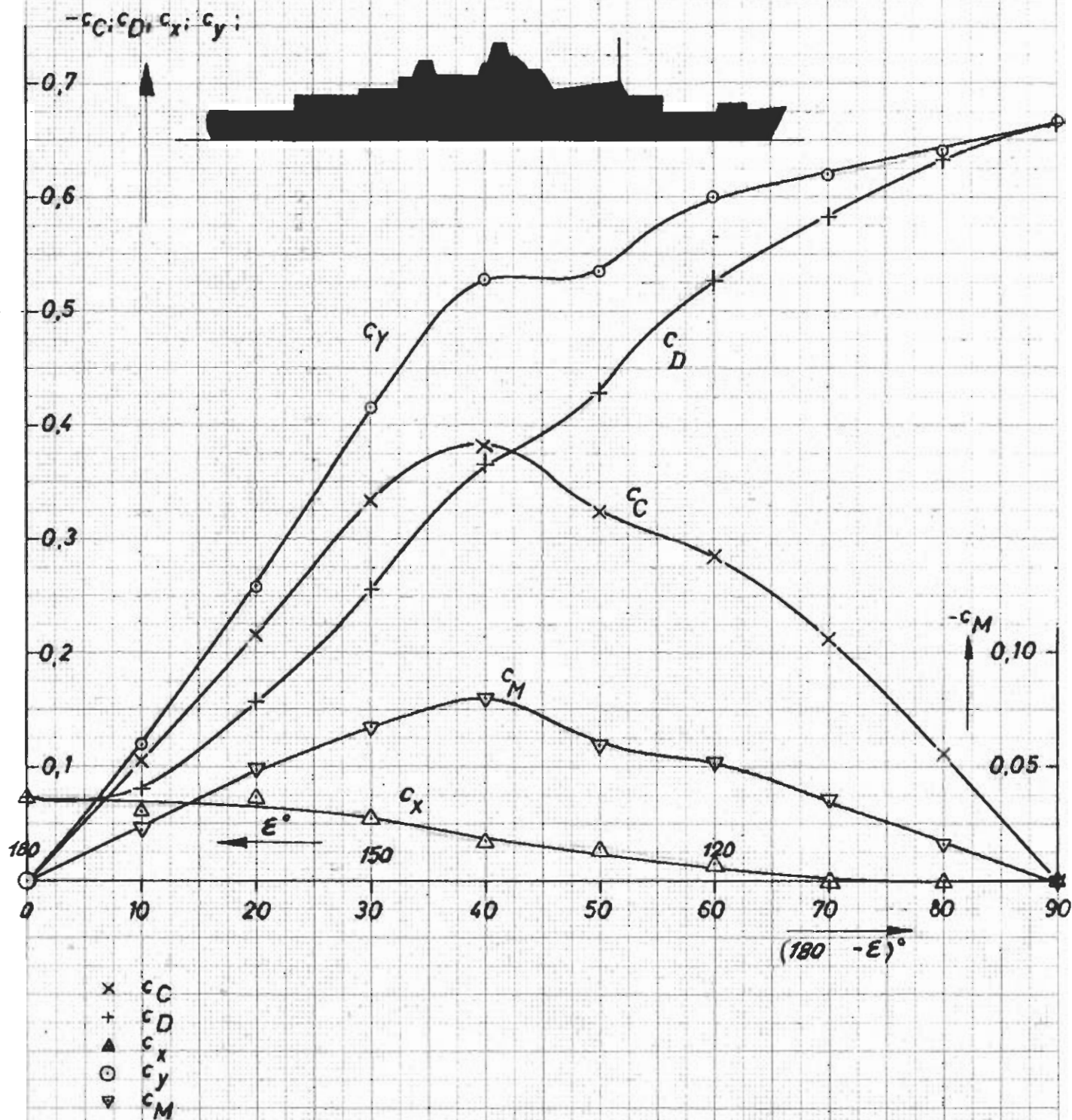
(achterliche Anströmung)

Fig. 18 b
(vgl. Tab. 15)

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

$$\frac{L_{oa}}{B} = 8,26$$

$$R_n = 4,88 \cdot 10^6$$



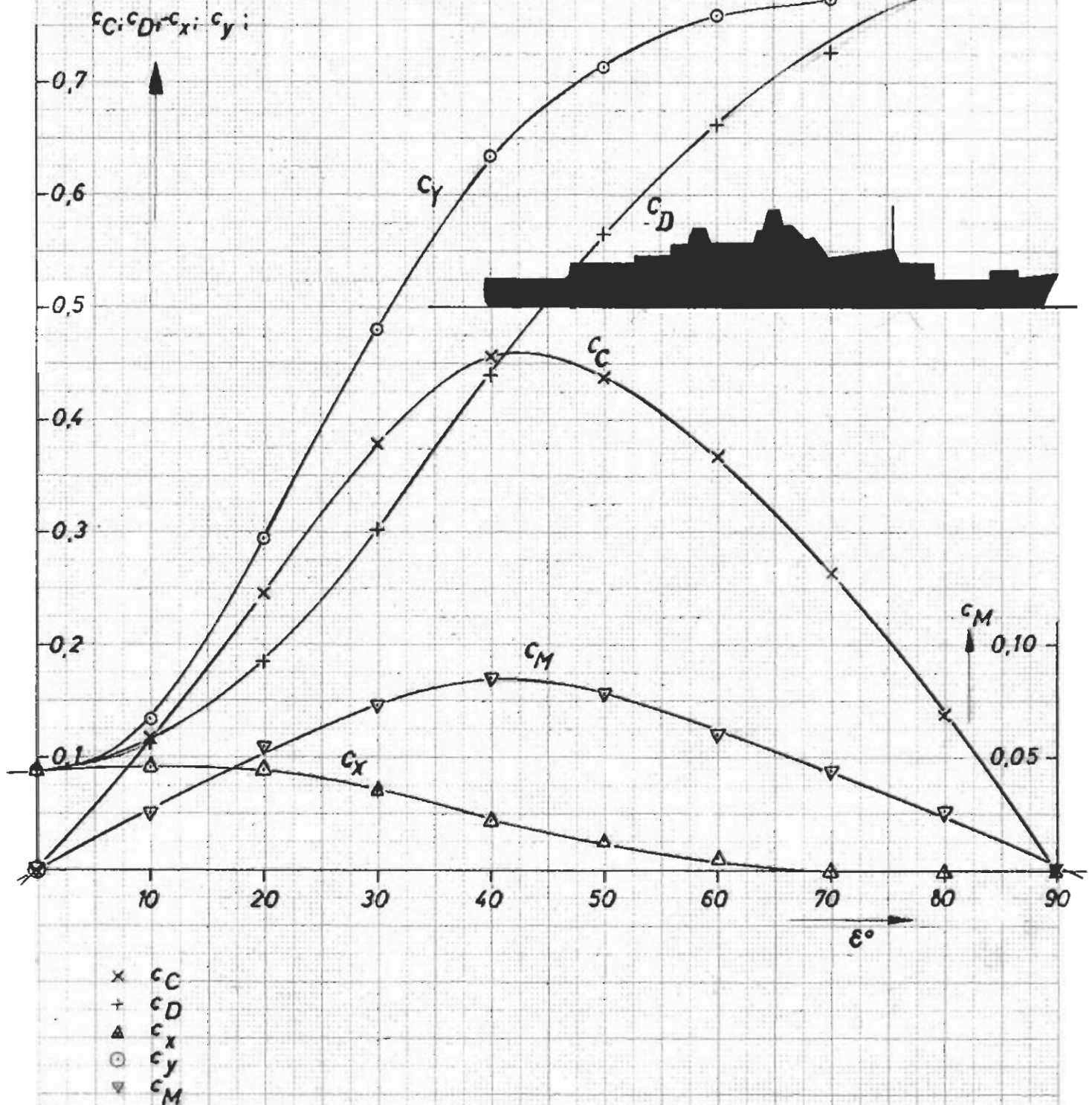
Fahrgastschiff D

Fig. 19a
(vgl. Tab. 16)

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

$$\frac{L_{0a}}{B} = 8,26$$

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



Fahrgastschiff D
(achterliche Anströmung)

Fig. 19 b
(vgl. Tab. 16)

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

$$\frac{L_{oa}}{B} = 8,26$$

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

