

264 | Juli 1970

## SCHRIFTENREIHE SCHIFFBAU

H. Thieme und K.H. Kwik

### **Erste Windkanalversuche an vereinfachten Modellen von flachgehenden Großschiffen**

**TUHH**

*Technische Universität Hamburg-Harburg*

INSTITUT FÜR SCHIFFBAU DER UNIVERSITÄT HAMBURG

Bericht Nr. 264

Erste Windkanalversuche an vereinfachten Modellen  
von flachgehenden Großschiffen

H. Thieme und K. H. Kwik

Hamburg, Juli 1970

Erste Windkanalversuche an vereinfachten Modellen  
von flachgehenden Großschiffen

H. Thieme und K.H. Kwik

Der Einsatz von flachgehenden Großschiffen könnte eine der Möglichkeiten sein, um künftige Transportaufgaben über See zu bewältigen. Die praktische Verwendbarkeit bzw. Wirtschaftlichkeit solcher Schiffe, bei deren Einsatz Fahrwasservertiefungen entfallen würden, ist noch eingehend zu untersuchen.

Windkanalversuche an zunächst willkürlich gewählten vereinfachten Modellen von flachgehenden Großschiffen haben Aufschluß über die Strömungskräfte bei Schräganströmung gegeben. Danach fallen die Normalkräfte im Vergleich zu den Querkräften infolge der relativ hohen Widerstände auch bei kleineren Driftwinkeln groß aus und es treten die Höchstnormalkräfte bei auffallend größeren Driftwinkeln auf als die Höchstquerkräfte.

Während die vorhandene Dreikomponentenwaage eine genaue Messung der Kräfte gestattet, war die Genauigkeit der Momentenmessung mäßig. Dieser Mangel sollte bei Versuchen mit speziell ausgewählten Modellen behoben werden.

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
Einleitung	1
Modelle	2
Versuchseinrichtung	4
Versuchsdurchführung	4
Ergebnisse	5
Folgerungen	8
Symbole	9
Schrifttum	11
8 Tabellen	
23 Bilder	

## Einleitung

Die Nachfrage nach Schiffsraum wird weiter steigen und der Trend zum Großschiff andauern [1],[2]. Es ist heute technisch möglich, viel größere Schiffe zu bauen als die bisher existierenden. Werden die Schiffe größer mit entsprechend vergrößertem Tiefgang [3], so ist es notwendig, daß entweder die Fahrrinnen und Hafenbecken tiefer gebaggert werden, oder das neue Häfen mit entsprechend großer Wassertiefe geschaffen werden, oder daß die Schiffe bei entsprechender Tiefe vor der Küste ankern und ihre Ladung nach einem speziellen Verfahren an Land bringen. Es sei z.B. erwähnt, daß Deutschlands Tiefwasserhafen Wilhelmshaven, um einigermaßen mit der Schiffsgröße Schritt zu halten, laufend vertieft werden muß. Nachdem im vergangenen Jahr eine Tiefe von 15 m erreicht wurde, soll in den nächsten Jahren die Tiefe etappenweise bis auf 18,5 m erhöht werden. Mit der heute üblichen Praxis in der Schiffsbauformgebung wird diese Tiefe nur für Schiffe mit weniger als ca. 250.000 tdw ausreichend sein.

Eine andere Möglichkeit wäre der Einsatz von flachgehenden Großschiffen [4]. Bei diesen Schiffen wird die wirtschaftlich erforderliche Größe durch die Länge und Breite gegeben, während der Tiefgang den vorhandenen Wassertiefen entsprechend relativ klein gehalten wird. Der Wegfall von Fahrwasservertiefungen oder Hafenneubauten ist ein Vorteil dieser Schiffe. Eingehend untersucht werden muß noch, ob und inwieweit der Einsatz dieser extrem breiten Schiffe eine Erhöhung der Betriebskosten (insbesondere des Brennstoffverbrauchs) nach sich zieht. Es darf an dieser Stelle bemerkt werden, daß ein größeres B:T Verhältnis bei gleichbleibender Froudezahl einen geringeren spezifischen Schiffswiderstand hervorrufen kann [5]. Ohne das Ergebnis von in den Rahmen der Meerestechnik gehörenden systematischen Untersuchungen der genannten Möglichkeiten abzuwarten,

sind Windkanalversuche an vereinfachten Doppelmodellen von flachgehenden Großschiffen durchgeführt worden. Diese ersten Versuche sollten vor allem der Ermittlung der Strömungskräfte bei Schräganströmung dienen und Anhaltspunkte für die Manövrierfähigkeit extrem breiter Schiffe geben.

### Modelle

Es wurden sieben Doppel-Modelle untersucht. Die Modelle A<sub>1</sub> bis A<sub>5</sub> hatten spantarealkurvenähnliche Längskonturen, das Modell B hatte eine elliptische Längskontur und das Modell C eine rechteckige (Bild 2). Die Lateralpläne der Modelle waren doppelsymmetrisch, die Wasserlinien und die Spanten ausnahmslos rechteckig. Die Modelle A<sub>1</sub> bis A<sub>5</sub> unterschieden sich voneinander nur in der Breite. Die Abmessungen der Modelle und die Aufmaße der Längskonturen sind in Tabelle 1 angegeben. Für die verwendeten Bezeichnungen sei auf Bild 1 und die Liste der Symbole verwiesen.

Die Längskontur der Modelle A<sub>1</sub> bis A<sub>5</sub> ist durch folgende Parameter gekennzeichnet:

$$\begin{aligned} \left( \frac{y}{L} \right)_{x=0} &= 0,0075 \\ \left( \frac{dy}{dx} \right)_{x=0} &= 0 \\ \left( \frac{y}{L} \right)_{x=0,4175L} &= \frac{T}{L} = 0,075 \\ \left( \frac{dy}{dx} \right)_{x=0,4175L} &= 0 \\ \left( \frac{d^2y}{dx^2} \right)_{x=0,4175L} &= 0 \\ \int_0^1 \frac{y}{L} d \frac{x}{0,4175L} &= 0,05 \end{aligned}$$

Es wurde wie üblich das Polynom niedrigsten Grades angesetzt [6], so daß die Längskontur der Modelle A<sub>1</sub> bis A<sub>5</sub> für  $0 \leq \frac{x}{L} \leq 0,4175$  durch folgende Gleichung dargestellt wird:

$$\begin{aligned} \frac{y}{L} = & 0,0075 \left[ 1 - 30 \left( \frac{x}{0,4175L} \right)^2 + 80 \left( \frac{x}{0,4175L} \right)^3 - 75 \left( \frac{x}{0,4175L} \right)^4 + 24 \left( \frac{x}{0,4175L} \right)^5 \right] \\ & + 0,075 \left[ -30 \left( \frac{x}{0,4175L} \right)^2 + 100 \left( \frac{x}{0,4175L} \right)^3 - 105 \left( \frac{x}{0,4175L} \right)^4 + 36 \left( \frac{x}{0,4175L} \right)^5 \right] \\ & + 0,05 \left[ 60 \left( \frac{x}{0,4175L} \right)^2 - 180 \left( \frac{x}{0,4175L} \right)^3 + 180 \left( \frac{x}{0,4175L} \right)^4 - 60 \left( \frac{x}{0,4175L} \right)^5 \right] \end{aligned}$$

Für  $0,4175 \leq \frac{x}{L} \leq 0,5$  lautet die Konturengleichung

$$\frac{y}{L} = \frac{T}{L} = 0,075$$

Die Modelle wurden aus Teakholz angefertigt. Die Oberfläche der Modelle war glatt. Bild 3 zeigt einige der Modelle im Windkanal.

Die Modelle sind auch als 'Ruder' untersucht worden, wobei die Drehachse um  $90^0$  versetzt war (sie stand also senkrecht zu den Lateralf lächen). Die Ergebnisse mit den Modellen A<sub>1</sub> bis A<sub>5</sub> als Ruder sind in [7], die Ergebnisse mit den Modellen B und C als Ruder in [8] festgehalten.

### Versuchseinrichtung

Die Versuche wurden im Windkanal des Institut für Schiffbau der Universität Hamburg durchgeführt. Dieser turbulenzarme Kanal [9] hat bei geschlossenen Toren eine Luftrückführung und eine feste, runde Düse von 2 m Durchmesser. Weitere Düsen können wahlweise angebaut werden. Für die vorliegenden Messungen wurde eine Enddüse von 1,2 m Durchmesser benutzt. Ein Meßkäfig (slotted wall) wurde nicht verwendet. Die bei den vorliegenden Messungen benutzte höchste Strahlgeschwindigkeit betrug rund 39 m/sec entsprechend einem Vorkammerdruck von 90 mmWS. Bild 4 zeigt die Staudruckprofile an der Meßstelle.

Als Waage wurde die schon bewährte Dreikomponenten-Federgelenkwaage verwendet [11]. Die Waage besitzt drei elektrische Kraftmeßdosen auf Dehnungsmeßstreifenbasis, die über einen Meßstellenumschalter durch einen Trägerfrequenz-Meßverstärker gespeist werden. Gemessen wurden jeweils zwei Widerstandskomponenten in genau definierten Abständen von der Modellhochachse aus und eine Querkraft, deren Wirkungslinie durch die Modellhochachse ging. Aus diesen Komponenten lassen sich Widerstand, Querkraft und Moment um eine Hochachse ermitteln.

### Versuchsdurchführung

Die Modelle waren je mit einer durch den Massenschwerpunkt gehenden und senkrecht zur Wasserlinienebene stehenden Haltestange versehen (Bild 3), die gleichzeitig als Drehachse diente. Die Waage befand sich außerhalb des Luftstrahls und wurde so ausgerichtet, daß die Bewegungen in einer waagerechten Ebene erfolgten.

Die Modelle wurden in Strahlmitte angeordnet. Der Abstand Düsenhinterkante-Haltestange betrug  $D_S/2 = 0,6$  m. Die maximale Kanalversperrung wurde bei den größten Modellen bei einem Anströmwinkel von  $45^\circ$  erreicht und war kleiner als 0,03. Jedes der Modelle wurde mit zwei Geschwindigkeiten entsprechend den Reynoldszahlen  $0,5 \cdot 10^6$  und  $1 \cdot 10^6$  angeblasen. Bei der Messung wurde der am Betzmanometer angezeigte Vorkammerdruck des Windkanals konstant gehalten. Es wurden die Kräfte bei verschiedenen Driftwinkeln gemessen. Der Driftwinkel wurde von  $-4^\circ$  bis  $90^\circ$  variiert und wurde jeweils durch Drehen an der Haltestange erreicht.

### Ergebnisse

Die von der Dreikomponentenwaage gemessenen Kraftkomponenten werden korrigiert, indem man die durch die Haltestange hervorgerufenen Kräfte getrennt ermittelt und von ihnen abzieht. Weitere Korrekturen sind nicht vorgenommen worden. Es ergeben sich:

Widerstand D = Summe der Widerstandskomponenten  
Querkraft C = gemessene Querkraft  
Moment N = Differenz der beiden Produkte aus Widerstandskomponente und zugehörigem auf Drehachse bezogenen Hebelarm.

Für die benutzten Symbole sei wieder auf Bild 1 und die Symbolliste verwiesen. Es lassen sich weiter ermitteln:

Normalkraft Y =  $C \cos \beta + D \sin \beta$   
Tangentialkraft X =  $C \sin \beta - D \cos \beta$

Die Kräfte und das Moment werden durch die dimensionslosen Koeffizienten (Beiwerte)  $c_C$ ,  $c_D$ ,  $c_X$ ,  $c_Y$ ,  $c_N$  angegeben. Diese Koeffizienten sind in üblicher Weise definiert (siehe Symbole). Der Druckpunkt (Schnittpunkt der Wirkungslinie der resultierenden Kraft mit der Mittschiffsebene, von der Vorderkante aus gemessen) ergibt sich zu

$$\frac{e}{L} = 0,5 - \frac{c_N}{c_Y}$$

Die Ergebnisse sind in den Tabellen 2 bis 8 niedergelegt.

In den Bildern 5 bis 18 sind die Kraftbeiwerte der untersuchten Modelle in Abhängigkeit vom Driftwinkel aufgetragen. Ein plötzliches Abreißen der Strömung ist bei keinem der Modelle festzustellen. Die gewählten Reynoldszahlen bringen bei jedem der Modelle nur einen geringen Unterschied in den Kräften.

Die größten Querkräfte werden, wie erwartet, beim schmalsten Modell (Modell  $A_5$ ) festgestellt. Der maximale Querkraftbeiwert für dieses Modell beträgt 0,76. Der maximale Querkraftbeiwert für die breitesten Modelle (Modell  $A_1$  und B) beträgt etwa 0,35. Beim Modell C ergeben sich zwei Extremwerte für den Querkraftbeiwert, etwa -0,1 bei  $\beta = 20^\circ$  und +0,1 bei  $\beta = 70^\circ$  (Bild 17, 18). Andererseits hat das Modell C i. a. die höchsten Widerstandsbeiwerte. Diese werden nur bei der Queranströmung von den schmaleren Modellen  $A_4$  und  $A_5$  übertroffen. Infolge der in Längs- und Breitenrichtung bestehenden absoluten Formgleichheit des Modells C, sind die über dem Anströmwinkel aufgetragenen Normalkraftbeiwerte und die negativen Tangentialkraftbeiwerte - von Einbauungenauigkeiten abgesehen - zur Linie  $\beta = 45^\circ$  spiegelbildlich.

In Bild 19 sind einige Kennzahlen der Modelle  $A_1$  bis  $A_5$  in Abhängigkeit von der Breite aufgetragen. Man erkennt u. a. den mit der Breite abnehmenden Widerstand bei Queranströmung. Die bei

B:T = 0 eingetragenen Punkte sind theoretische Werte für den Widerstand bei Queranströmung, den Widerstand bei Längsanströmung und die maximale Querkraft einer dünnen Rechteckplatte mit dem Seitenverhältnis 0,15. Sie passen recht gut zu den Meßwerten. Die Extrapolation der gemessenen Kraftanstiege auf B:T = 0 weicht jedoch stark von dem Querkraft- oder Normalkraftanstieg der Rechteckplatte (dieser beträgt 0,24) ab und läßt vermuten, daß der Unterschied der Lateralplanform in dem vorliegenden Fall für den Kraftanstieg nicht unbedeutend ist. Die Bilder 20 und 21 sollen den Vergleich der breiten Modelle A<sub>1</sub>, B und C in den Kraftbeiwerten erleichtern.

In den Bildern 22 und 23 sind die Normalkraftbeiwerte in Abhängigkeit vom Driftwinkel in einem größeren Maßstab dargestellt. Die Diagramme sollen vor allem den Durchgang durch den Nullpunkt veranschaulichen. Man erkennt die überall vorhandene überproportionale Nichtlinearität. Bei den Versuchen wurden nur kleine Momente um die gewählte Drehachse gemessen. Da die benutzte Waage hauptsächlich zur Messung großer Drehmomente gedacht war, ist die Genauigkeit der Messung kleiner Momente gering. Dies äußert sich in einer Streuung der Ergebnisse der Momente und damit auch der Druckpunkte. In Bild 22 sind die Momentenbeiwerte der Modelle A<sub>2</sub> bis A<sub>5</sub> mit eingetragen. Auf eine graphische Darstellung der Momentenbeiwerte der Modelle A<sub>1</sub>, B und C sei verzichtet. Sieht man von der Streuung der Meßergebnisse ab, so könnte man vermuten, daß für die Modelle A<sub>1</sub> und B die Druckpunkte etwa auf  $\frac{L}{2}$ , für das Modell C hinter  $\frac{L}{2}$  und für die Modelle A<sub>2</sub> bis A<sub>5</sub> fast durchweg vor  $\frac{L}{2}$  liegen. Das heißt, die extrem breiten Modelle würden (ohne Ruder!) einen höheren statischen Anteil an Kursstabilität haben als die schmaleren Modelle mit 'normalen' Abmessungsverhältnissen.

## Folgerungen

Nach diesem ersten Einblick in die Besonderheiten der hydrodynamischen Eigenschaften von Schiffskörpern mit extrem großen Breiten-Tiefgangs-Verhältnissen liegt es nahe, die Entwicklung insbesondere in folgenden Punkten weiter zu verfolgen:

Als Grundlage für weitere Untersuchungen sollten technisch brauchbare Bauformen projektmäßig fixiert werden, mit denen grundsätzlich die Aufgabe 'Seetransport mit großen Schiffseinheiten auch über relativ flaches Wasser' bewältigt werden könnte. Baulich praktische (Völligkeiten bis etwa  $\delta = 0,9$ ) und wirtschaftlich brauchbare Formen erfordern ein besonderes Augenmerk auf Propelleranordnung (Vielschrauber bis vielleicht 10 Propeller nebeneinander), Antislamming-Kiele und Formgebung des Schnitt-Austritts zur Ablösungsvermeidung. Entsprechend werden auch eine größere Zahl von Rudern am Heck und wohl auch am Bug erforderlich werden, um normale Kursstetigkeit und - wegen der großen Breite - überdurchschnittliche Drehfähigkeit solcher Schiffe sichern zu können.

Nachdem damit jetzt gegebenen Stand der allgemeinen Untersuchungen über das große Flachsee-Schiff sind ausreichende Steuereigenschaften durchaus zu realisieren. Die in [3] gemachten negativen Prognosen für ein großes Schiff mit großem B/T überzeugen allein schon deshalb nicht, da dort von einer auf großes B/T verzerrten Normalform und nicht von einer speziellen Form wie hier ausgegangen worden ist.

Die obengenannten Grundbedingungen müssen gesichert werden, bevor man verlässliche Aussagen über den Einfluß von Fahrwasserbeschränkungen auf die Transportkosten machen kann.

Symbole

$A_L$	Lateralfäche
B	Breite
C	Querkraft (Kraftkomponente senkrecht zur Anströmrichtung in der Wasserlinienebene); positiv nach links, in Anströmrichtung gesehen
$c_C = \frac{C}{\rho/2 v^2 A_L}$	Querkraftkoeffizient
$c_{C \max}$	maximaler Querkraftkoeffizient
$c_D = \frac{D}{\rho/2 v^2 A_L}$	Widerstandskoeffizient
$c_N = \frac{N}{\rho/2 v^2 A_L L}$	Koeffizient für das Moment N
$c_X = \frac{X}{\rho/2 v^2 A_L}$	Tangentialkraftkoeffizient
$c_Y = \frac{Y}{\rho/2 v^2 A_L}$	Normalkraftkoeffizient
D	Widerstand (Kraftkomponente in Anströmrichtung), positiv in Anströmrichtung
$D_S$	Durchmesser des Luftstrahls
e	Druckpunkt, in Längsrichtung von Vorderkante aus gemessen
L	Länge

N	Moment um die Hochachse durch den auf L/2 gelegenen Massenschwerpunkt, positiv rechtsdrehend
$P_V$	Vorkammerdruck des Windkanals
q	Staudruck im Luftstrahl an der Meßstelle
$R_n = \frac{vL}{\nu}$	Reynoldszahl
T	Tiefgang
v	Anströmgeschwindigkeit
X	Tangentialkraft (Kraftkomponente in Modellängsrichtung), positiv nach vorn
Y	Normalkraft (Kraftkomponente senkrecht zur Modellängsrichtung in der Wasserlinienebene), positiv nach Steuerbord
x,y	modellfestes Koordinatensystem zur Bestimmung der Längskontur (s. Bild 1)
x,y,z	raumfestes rechts orientiertes Koordinatensystem zur Bestimmung eines Punktes im Luftstrahl. Nullpunkt in Strahlmitte in der Ebene des Düsenaustritts. x in Strahlrichtung, y quer dazu und horizontal, z quer dazu und vertikal
$\beta$	Driftwinkel. Positiv, wenn das Backbord die Druckseite ist
$\delta$	Völligkeitsgrad der Verdrängung
$\nu$	kinematische Zähigkeit des Strömungsmediums
$\rho$	Dichte des Strömungsmediums
$\tau = \frac{A_L}{LT}$	Völligkeitsgrad der Lateralfläche

Schrifttum

- [1] Conn, J.F.C.: The Trends in World Shipping Demand  
Transactions Inst.Eng.Shipb.Scotland,  
1969-70, Vol.113, Part 2, pp. 28-39
  
- [2] Blahn, S. und Henke, H.U.: Die Entwicklung zum Großschiff  
Seewirtschaft, 1970, pp. 21-25
  
- [3] Conn, J.F.C.: Mammoth Ships  
Transactions Inst.Eng.Shipb.Scotland,  
1969-70, Vol.113, Part 6, pp. 263-294
  
- [4] Thieme, H.: Beschreibung der Forschungsaufgabe Flach-  
see-Großtransport  
Institut für Schiffbau der Universität  
Hamburg, Schrift Nr. 2156 (1969)
  
- [5] Weinblum, G., Schuster, S. et al: Untersuchungen über den  
Widerstand einer systematisch entwickelten  
Modellfamilie  
Jahrbuch STG, 1962, pp. 296-319
  
- [6] Kwik, K.H.: Tabellierte Funktionen zur Darstellung  
von Schiffslinien und Stromlinienprofilen  
Institut für Schiffbau der Universität  
Hamburg, Bericht Nr. 214 (1969)
  
- [7] Malzahn, P. und Thieme, H.: Windkanaluntersuchung von  
Quertriebsflächen mit Spantarealkurven -  
Profil IfS 56 SR 15 bei verschiedenen Sei-  
tenverhältnissen  
Institut für Schiffbau der Universität  
Hamburg, Schrift Nr. 2049 (1966)
  
- [8] Thieme, H.: Zur Formgebung von Schiffsrudern  
Jahrbuch STG, 1962, pp. 381-422

- [ 9] Kux, J. und Wieghardt, K.: Der neue Windkanal des  
Instituts für Schiffbau  
Institut für Schiffbau der Universität  
Hamburg, Bericht Nr. 169 (1966)
- [10] Böhme, H.: Staudruckmessungen im IfS-Windkanal  
Arbeitsakte
- [11] Wagner, B.: Windkräfte an Überwasserschiffen  
Jahrbuch STG, 1967, pp. 226-248

Tabelle 1

## Abmessungen der untersuchten Doppelmodelle

Modell	Lateralkontur	L in mm	2T in mm	B in mm	$\frac{B}{T}$	$\frac{2T}{L}$	$\tau$
A <sub>1</sub>	JFS 56 SR15	400	60	400	13,33	0,15	0,72167
A <sub>2</sub>	"	"	"	160	5,33	"	"
A <sub>3</sub>	"	"	"	120	4,00	"	"
A <sub>4</sub>	"	"	"	80	2,67	"	"
A <sub>5</sub>	"	"	"	40	1,33	"	"
B	JFS 55 BR15 (Ellipse)	400	60	400	13,33	0,15	0,7854
C	Rechteck	400	28	400	28,6	0,07	1

Grundrisse und Querschnitte der Doppelmodelle sind rechteckig

Aufmaße der Lateralkonturen (Die Lateralpläne sind doppelsymmetrisch. Symmetrieachsen sind die x-Achse und eine hierzu senkrechte Achse bei  $x = L/2$ )

Modell A <sub>1</sub> bis A <sub>5</sub>	
x / L	y / L
0	0.00750
0.01	0.00779
0.025	0.00920
0.05	0.01360
0.10	0.02701
0.15	0.04218
0.20	0.05563
0.25	0.06559
0.30	0.07163
0.35	0.07435
0.40	0.07499
0.4175	0.07500
0.45	0.07500
0.50	0.07500

Modell B	
x / L	y / L
0	0
0.005	0.01058
0.01	0.01492
0.025	0.02342
0.05	0.03269
0.10	0.04500
0.15	0.05356
0.20	0.06000
0.25	0.06495
0.30	0.06874
0.35	0.07155
0.40	0.07348
0.45	0.07462
0.50	0.07500

Tabelle 2 Versuchsergebnisse Modell A<sub>1</sub>  
 (Längskontur IfS 56 SR 15, B/T = 13,33)

$$R_n = 0,49 \cdot 10^6$$

$B^0$	$c_C$	$c_D$	$c_X$	$c_Y$	$c_N$	$\frac{e}{L}$
-4	-0.029	0.347	-0.344	-0.053	-0.022	0.089
-2	-0.012	0.347	-0.346	-0.024	-0.022	-0.420
0	0.000	0.358	-0.358	0.000	0.000	
2	0.012	0.335	-0.335	0.023	-0.022	1.436
4	0.017	0.347	-0.345	0.041	-0.022	1.025
6	0.035	0.341	-0.336	0.070	-0.011	0.655
8	0.046	0.364	-0.354	0.096	-0.011	0.613
10	0.064	0.370	-0.353	0.127	-0.022	0.672
12	0.069	0.393	-0.370	0.150	-0.022	0.646
15	0.104	0.387	-0.347	0.201	0.011	0.446
20	0.139	0.405	-0.333	0.269	0.000	0.500
25	0.179	0.445	-0.328	0.350	-0.033	0.593
30	0.243	0.474	-0.289	0.447	-0.044	0.597
35	0.306	0.595	-0.312	0.592	-0.054	0.592
40	0.358	0.694	-0.301	0.720	-0.022	0.530
45	0.341	0.803	-0.327	0.809	-0.054	0.567
50	0.318	0.884	-0.325	0.882	-0.011	0.512
55	0.231	0.838	-0.292	0.819	-0.033	0.540
60	0.179	0.873	-0.282	0.845	-0.098	0.616
65	0.145	0.931	-0.263	0.904	-0.011	0.512
70	0.104	0.960	-0.231	0.937	0.000	0.500
75	0.058	0.983	-0.199	0.964	-0.109	0.613
80	0.012	0.925	-0.150	0.913	-0.109	0.619
85	0.006	0.942	-0.077	0.939	-0.033	0.535
90	0.000	0.936	-0.001	0.936	0.000	0.500

$$R_n = 1,01 \cdot 10^6$$

-4	-0.031	0.369	-0.366	-0.056	-0.031	-0.057
-2	-0.015	0.369	-0.368	-0.028	-0.031	-0.612
0	0.000	0.362	-0.362	0.000	-0.029	
2	0.012	0.369	-0.368	0.024	-0.017	1.193
4	0.024	0.378	-0.375	0.051	-0.019	0.882
6	0.040	0.376	-0.370	0.079	-0.012	0.653
8	0.057	0.379	-0.367	0.109	-0.012	0.611
10	0.072	0.387	-0.368	0.138	-0.007	0.553
12	0.087	0.394	-0.368	0.167	-0.007	0.543
15	0.116	0.408	-0.365	0.217	-0.005	0.522
20	0.162	0.434	-0.353	0.301	-0.015	0.548
25	0.213	0.484	-0.349	0.398	-0.002	0.506
30	0.271	0.539	-0.332	0.504	0.034	0.433
35	0.312	0.604	-0.316	0.602	0.024	0.460
40	0.348	0.701	-0.314	0.717	0.015	0.480
45	0.406	0.835	-0.304	0.877	0.024	0.472
50	0.333	0.863	-0.300	0.875	0.015	0.483
55	0.252	0.872	-0.294	0.859	-0.017	0.520
60	0.197	0.943	-0.302	0.915	0.000	0.500
65	0.164	0.989	-0.270	0.966	-0.005	0.505
70	0.125	1.038	-0.239	1.018	0.005	0.495
75	0.081	1.026	-0.188	1.012	-0.007	0.507
80	0.024	1.012	-0.152	1.001	-0.015	0.514
85	0.006	0.956	-0.078	0.953	-0.005	0.505
90	0.000	0.927	-0.001	0.927	0.010	0.490

Tabelle 3 Versuchsergebnisse Modell A<sub>2</sub>  
 (Längskontur IfS 56 SR 15, B/T = 5,33)

$$R_n = 0,48 \cdot 10^6$$

$\beta^\circ$	$c_C$	$c_D$	$c_X$	$c_Y$	$c_N$	$\frac{e}{L}$
-4	-0.035	0.133	-0.130	-0.044	-0.054	-0.740
-2	-0.017	0.133	-0.132	-0.022	-0.011	0.005
0	0.000	0.110	-0.110	0.000	-0.011	
2	0.017	0.116	-0.115	0.021	0.000	0.500
4	0.040	0.110	-0.107	0.048	-0.011	0.727
6	0.058	0.116	-0.109	0.070	0.000	0.500
8	0.069	0.121	-0.111	0.086	-0.011	0.627
10	0.087	0.150	-0.133	0.111	0.022	0.305
12	0.121	0.179	-0.150	0.156	0.054	0.151
15	0.156	0.220	-0.172	0.208	0.044	0.290
20	0.208	0.243	-0.157	0.279	0.044	0.344
25	0.266	0.312	-0.171	0.373	0.065	0.325
30	0.318	0.410	-0.197	0.480	0.120	0.251
35	0.347	0.462	-0.180	0.549	0.087	0.342
40	0.370	0.520	-0.161	0.618	0.065	0.394
45	0.416	0.618	-0.143	0.732	0.054	0.426
50	0.405	0.751	-0.173	0.836	0.087	0.396
55	0.399	0.855	-0.164	0.929	0.065	0.430
60	0.405	0.954	-0.127	1.028	0.033	0.468
65	0.364	1.006	-0.096	1.065	0.044	0.459
70	0.312	1.081	-0.077	1.122	0.054	0.452
75	0.202	1.058	-0.079	1.074	-0.033	0.530
80	0.116	1.046	-0.069	1.050	-0.011	0.510
85	0.052	1.017	-0.038	1.018	-0.022	0.521
90	0.000	1.052	-0.001	1.052	0.000	0.500

$$R_n = 1,01 \cdot 10^6$$

-4	-0.021	0.141	-0.140	-0.030	-0.005	0.341
-2	-0.009	0.141	-0.141	-0.014	0.005	0.848
0	0.000	0.146	-0.146	0.000	-0.005	
2	0.010	0.152	-0.151	0.016	0.015	-0.433
4	0.026	0.149	-0.147	0.036	0.029	-0.306
6	0.046	0.153	-0.147	0.062	0.031	-0.007
8	0.068	0.157	-0.146	0.089	0.034	0.121
10	0.090	0.167	-0.149	0.118	0.044	0.130
12	0.109	0.175	-0.148	0.143	0.053	0.094
15	0.141	0.200	-0.157	0.188	0.068	0.140
20	0.199	0.244	-0.161	0.271	0.073	0.232
25	0.256	0.297	-0.161	0.357	0.089	0.249
30	0.308	0.362	-0.160	0.448	0.106	0.263
35	0.348	0.439	-0.160	0.537	0.102	0.311
40	0.387	0.527	-0.155	0.635	0.111	0.325
45	0.411	0.631	-0.156	0.737	0.094	0.372
50	0.414	0.740	-0.159	0.833	0.102	0.378
55	0.401	0.848	-0.158	0.924	0.087	0.406
60	0.380	0.945	-0.144	1.009	0.063	0.438
65	0.367	1.019	-0.098	1.078	0.046	0.457
70	0.293	1.026	-0.076	1.065	0.031	0.470
75	0.212	1.046	-0.067	1.065	0.015	0.486
80	0.118	1.043	-0.065	1.048	0.000	0.500
85	0.039	1.039	-0.053	1.039	-0.012	0.512
90	0.000	1.038	-0.001	1.038	-0.034	0.533

Tabelle 4 Versuchsergebnisse Modell A<sub>3</sub>  
 (Längskontur IfS 56 SR 15, B/T = 4,00)

$$R_n = 0,48 \cdot 10^6$$

$B^0$	$c_C$	$c_D$	$c_X$	$c_Y$	$c_N$	$\frac{e}{L}$
-4	-0.023	0.150	-0.148	-0.034	0.000	0.500
-2	-0.012	0.121	-0.121	-0.016	0.033	2.568
0	0.000	0.121	-0.121	0.000	0.033	
2	0.017	0.139	-0.138	0.022	0.022	-0.482
4	0.029	0.145	-0.142	0.039	0.011	0.220
6	0.052	0.139	-0.133	0.066	0.044	-0.157
8	0.075	0.139	-0.127	0.094	0.022	0.268
10	0.092	0.150	-0.132	0.117	0.022	0.314
12	0.116	0.162	-0.134	0.147	0.022	0.352
15	0.145	0.191	-0.147	0.189	0.033	0.327
20	0.197	0.220	-0.139	0.260	0.066	0.249
25	0.260	0.272	-0.136	0.351	0.098	0.221
30	0.306	0.347	-0.147	0.439	0.109	0.252
35	0.358	0.416	-0.136	0.532	0.109	0.296
40	0.399	0.532	-0.151	0.647	0.131	0.298
45	0.428	0.653	-0.160	0.764	0.120	0.343
50	0.445	0.746	-0.139	0.857	0.098	0.386
55	0.486	0.884	-0.110	1.003	0.076	0.424
60	0.486	1.029	-0.095	1.134	0.066	0.442
65	0.462	1.092	-0.043	1.186	0.120	0.399
70	0.382	1.110	-0.022	1.173	0.022	0.481
75	0.318	1.173	0.003	1.216	0.098	0.419
80	0.231	1.173	0.023	1.196	0.054	0.454
85	0.116	1.173	0.012	1.179	0.011	0.491
90	0.000	1.173	-0.001	1.173	0.011	0.491

$$R_n = 1,01 \cdot 10^6$$

-4	-0.039	0.130	-0.127	-0.047	-0.031	-0.162
-2	-0.019	0.119	-0.119	-0.023	-0.027	-0.636
0	0.000	0.112	-0.112	0.000	-0.012	
2	0.014	0.116	-0.115	0.018	-0.015	1.299
4	0.033	0.116	-0.113	0.041	-0.005	0.617
6	0.053	0.117	-0.111	0.065	-0.002	0.537
8	0.076	0.128	-0.117	0.093	0.019	0.292
10	0.098	0.139	-0.120	0.120	0.019	0.339
12	0.121	0.143	-0.114	0.148	0.017	0.385
15	0.154	0.161	-0.115	0.190	0.041	0.284
20	0.215	0.203	-0.117	0.271	0.044	0.339
25	0.275	0.258	-0.118	0.358	0.060	0.331
30	0.329	0.328	-0.119	0.449	0.039	0.301
35	0.373	0.405	-0.118	0.537	0.039	0.333
40	0.421	0.520	-0.128	0.657	0.116	0.320
45	0.455	0.623	-0.119	0.762	0.039	0.395
50	0.475	0.750	-0.119	0.880	0.068	0.423
55	0.480	0.858	-0.099	0.978	0.034	0.465
60	0.486	0.981	-0.071	1.093	0.044	0.460
65	0.443	1.055	-0.045	1.143	0.031	0.472
70	0.383	1.093	-0.015	1.158	0.012	0.490
75	0.311	1.146	0.003	1.187	-0.005	0.504
80	0.217	1.171	0.010	1.191	-0.019	0.516
85	0.098	1.159	-0.005	1.163	-0.048	0.542
90	0.000	1.132	-0.001	1.132	-0.065	0.558

Tabelle 5 Versuchsergebnisse Modell A<sub>4</sub>  
 (Längskontur IfS 56 SR 15, B/T = 2,67)

$$R_n = 0,48 \cdot 10^6$$

$B^0$	$c_C$	$c_D$	$c_X$	$c_Y$	$c_N$	$\frac{e}{L}$
-4	-0.040	0.104	-0.101	-0.048	-0.022	0.043
-2	-0.029	0.104	-0.103	-0.033	0.000	0.500
0	0.000	0.075	-0.075	0.000	0.011	
2	0.023	0.116	-0.115	0.027	0.044	-1.104
4	0.035	0.104	-0.101	0.042	0.044	-0.540
6	0.058	0.110	-0.103	0.069	0.011	0.342
8	0.081	0.121	-0.109	0.097	0.033	0.164
10	0.098	0.139	-0.120	0.121	0.022	0.320
12	0.127	0.139	-0.109	0.153	0.044	0.216
15	0.145	0.145	-0.102	0.177	0.054	0.193
20	0.208	0.197	-0.114	0.263	0.044	0.334
25	0.277	0.225	-0.087	0.347	0.054	0.343
30	0.324	0.283	-0.084	0.422	0.033	0.423
35	0.358	0.382	-0.107	0.512	0.065	0.373
40	0.393	0.439	-0.084	0.583	0.065	0.388
45	0.445	0.549	-0.074	0.703	0.054	0.423
50	0.509	0.694	-0.057	0.858	0.022	0.475
55	0.578	0.850	-0.014	1.028	0.075	0.426
60	0.578	0.977	0.012	1.135	0.054	0.452
65	0.526	1.040	0.036	1.165	0.087	0.425
70	0.462	1.087	0.062	1.179	-0.044	0.537
75	0.364	1.179	0.046	1.233	0.000	0.500
80	0.231	1.191	0.020	1.213	0.000	0.500
85	0.110	1.179	0.006	1.184	-0.109	0.592
90	0.000	1.214	-0.001	1.214	-0.022	0.518

$$R_n = 1,01 \cdot 10^6$$

-4	-0.041	0.104	-0.101	-0.048	-0.027	-0.051
-2	-0.023	0.101	-0.101	-0.027	-0.022	-0.317
0	0.000	0.100	-0.100	0.000	-0.015	
2	0.015	0.099	-0.098	0.019	-0.007	0.885
4	0.033	0.103	-0.100	0.040	0.000	0.500
6	0.055	0.101	-0.095	0.066	0.002	0.463
8	0.077	0.112	-0.100	0.092	0.012	0.368
10	0.100	0.113	-0.094	0.118	0.019	0.336
12	0.126	0.126	-0.097	0.149	0.024	0.338
15	0.163	0.145	-0.098	0.195	0.041	0.289
20	0.227	0.195	-0.106	0.280	0.044	0.328
25	0.290	0.249	-0.103	0.368	0.075	0.303
30	0.346	0.321	-0.105	0.460	0.082	0.321
35	0.385	0.399	-0.106	0.545	0.089	0.336
40	0.421	0.479	-0.096	0.631	0.094	0.350
45	0.477	0.582	-0.075	0.748	0.075	0.400
50	0.547	0.722	-0.045	0.905	0.048	0.447
55	0.587	0.880	-0.024	1.057	0.046	0.457
60	0.586	1.007	0.003	1.165	0.044	0.463
65	0.555	1.134	0.023	1.262	0.051	0.460
70	0.475	1.175	0.044	1.267	0.027	0.479
75	0.375	1.220	0.046	1.276	-0.005	0.504
80	0.258	1.231	0.040	1.257	-0.024	0.519
85	0.134	1.228	0.025	1.235	-0.029	0.523
90	0.000	1.251	-0.001	1.251	-0.024	0.519

Tabelle 6 Versuchsergebnisse Modell A<sub>5</sub>  
 (Längskontur IfS 56 SR 15, B/T = 1,33)

$$R_n = 0,48 \cdot 10^6$$

$\beta^\circ$	$c_C$	$c_D$	$c_X$	$c_Y$	$c_N$	$\frac{e}{L}$
-4	-0.040	0.110	-0.107	-0.048	0.011	0.727
-2	-0.023	0.110	-0.109	-0.027	0.011	0.904
0	0.000	0.104	-0.104	0.000	0.000	
2	0.023	0.081	-0.080	0.026	-0.022	1.339
4	0.040	0.081	-0.078	0.046	-0.022	0.973
6	0.069	0.092	-0.085	0.079	0.022	0.223
8	0.092	0.104	-0.090	0.106	0.022	0.295
10	0.116	0.104	-0.082	0.132	0.022	0.335
12	0.156	0.121	-0.086	0.178	0.033	0.316
15	0.185	0.110	-0.068	0.207	0.070	0.132
20	0.272	0.191	-0.086	0.321	0.070	0.262
25	0.335	0.243	-0.078	0.406	0.044	0.393
30	0.439	0.329	-0.066	0.545	0.070	0.360
35	0.538	0.422	-0.038	0.682	0.093	0.356
40	0.636	0.555	-0.017	0.844	0.044	0.448
45	0.728	0.711	0.012	1.018	0.120	0.382
50	0.740	0.867	0.009	1.140	0.152	0.366
55	0.757	1.017	0.036	1.268	0.037	0.431
60	0.723	1.133	0.059	1.342	0.190	0.354
65	0.636	1.208	0.065	1.364	0.120	0.412
70	0.503	1.243	0.047	1.340	0.093	0.427
75	0.370	1.254	0.032	1.307	0.033	0.475
80	0.243	1.260	0.019	1.283	0.065	0.449
85	0.127	1.266	0.015	1.272	0.054	0.457
90	0.000	1.237	-0.001	1.237	0.022	0.482

$$R_n = 1,02 \cdot 10^6$$

-4	-0.040	0.085	-0.032	-0.046	-0.024	-0.030
-2	-0.018	0.080	-0.079	-0.021	-0.015	-0.199
0	0.000	0.077	-0.077	0.000	-0.010	
2	0.019	0.075	-0.074	0.022	-0.005	0.721
4	0.040	0.077	-0.074	0.045	0.000	0.500
6	0.067	0.077	-0.070	0.074	0.005	0.435
8	0.094	0.087	-0.073	0.105	0.019	0.316
10	0.122	0.095	-0.072	0.137	0.019	0.358
12	0.148	0.107	-0.074	0.167	0.031	0.311
15	0.195	0.134	-0.079	0.223	0.037	0.327
20	0.267	0.179	-0.076	0.312	0.060	0.306
25	0.340	0.235	-0.069	0.408	0.075	0.316
30	0.428	0.322	-0.065	0.532	0.089	0.332
35	0.536	0.428	-0.043	0.684	0.035	0.376
40	0.645	0.581	-0.031	0.867	0.092	0.394
45	0.758	0.771	-0.010	1.081	0.097	0.411
50	0.732	0.861	0.007	1.130	0.102	0.410
55	0.726	0.996	0.023	1.232	0.113	0.404
60	0.719	1.132	0.056	1.340	0.123	0.404
65	0.592	1.193	0.032	1.332	0.085	0.436
70	0.473	1.220	0.026	1.308	0.039	0.470
75	0.334	1.219	0.006	1.264	0.051	0.460
80	0.220	1.238	0.000	1.258	0.039	0.469
85	0.104	1.233	-0.005	1.238	0.029	0.477
90	0.000	1.224	-0.001	1.224	0.002	0.498

Tabelle 7 Versuchsergebnisse Modell B  
(Längskontur: Ellipse, B/T = 13,33)

$$R_n = 0,48 \cdot 10^6$$

$\beta^0$	$c_C$	$c_D$	$c_X$	$c_Y$	$c_N$	$\frac{e}{L}$
-4	-0.019	0.361	-0.359	-0.044	-0.060	-0.872
-2	-0.008	0.382	-0.382	-0.021	-0.020	-0.439
0	0.000	0.372	-0.372	0.000	0.000	
2	0.011	0.366	-0.366	0.023	0.030	-0.782
4	0.016	0.387	-0.385	0.043	-0.010	0.733
6	0.024	0.377	-0.372	0.063	-0.010	0.658
8	0.032	0.361	-0.353	0.082	-0.020	0.744
10	0.037	0.382	-0.370	0.103	-0.020	0.694
12	0.058	0.382	-0.362	0.137	-0.040	0.793
15	0.074	0.382	-0.350	0.171	-0.020	0.617
20	0.127	0.409	-0.341	0.259	-0.030	0.616
25	0.165	0.446	-0.335	0.337	-0.020	0.559
30	0.212	0.478	-0.308	0.423	-0.020	0.547
35	0.244	0.536	-0.299	0.507	-0.030	0.559
40	0.292	0.616	-0.284	0.619	0.000	0.500
45	0.345	0.727	-0.271	0.758	-0.010	0.513
50	0.350	0.817	-0.257	0.851	0.000	0.500
55	0.297	0.897	-0.271	0.905	-0.010	0.511
60	0.287	0.924	-0.214	0.943	-0.060	0.564
65	0.202	0.908	-0.201	0.908	-0.050	0.555
70	0.165	0.993	-0.185	0.989	-0.070	0.571
75	0.111	1.008	-0.154	1.003	-0.160	0.659
80	0.053	0.993	-0.121	0.987	-0.070	0.571
85	0.027	0.908	-0.053	0.906	-0.090	0.599
90	0.000	0.902	-0.001	0.902	-0.040	0.544

$$R_n = 1,00 \cdot 10^6$$

-4	-0.025	0.317	-0.315	-0.047	-0.024	-0.022
-2	-0.013	0.315	-0.314	-0.024	-0.024	-0.520
0	0.000	0.322	-0.322	0.000	-0.007	
2	0.007	0.318	-0.318	0.018	-0.013	1.233
4	0.019	0.318	-0.316	0.041	-0.009	0.716
6	0.032	0.316	-0.311	0.065	0.004	0.431
8	0.044	0.317	-0.308	0.087	0.002	0.475
10	0.060	0.320	-0.304	0.115	-0.007	0.558
12	0.077	0.342	-0.319	0.146	0.000	0.500
15	0.100	0.353	-0.315	0.188	0.007	0.465
20	0.143	0.372	-0.300	0.261	0.007	0.474
25	0.190	0.412	-0.293	0.346	0.011	0.468
30	0.238	0.458	-0.277	0.435	0.009	0.480
35	0.274	0.515	-0.265	0.520	0.016	0.470
40	0.309	0.584	-0.249	0.612	0.016	0.475
45	0.343	0.678	-0.237	0.722	0.024	0.466
50	0.350	0.767	-0.225	0.812	0.009	0.489
55	0.327	0.842	-0.216	0.877	0.036	0.459
60	0.274	0.904	-0.215	0.919	0.027	0.471
65	0.178	0.934	-0.234	0.922	-0.013	0.514
70	0.134	0.975	-0.208	0.962	-0.020	0.521
75	0.086	0.979	-0.171	0.968	-0.018	0.518
80	0.021	0.964	-0.147	0.953	-0.020	0.521
85	0.007	0.898	-0.072	0.895	-0.016	0.517
90	0.000	0.883	-0.001	0.883	-0.007	0.508

Tabelle 8 Versuchsergebnisse Modell C

(Längskonur: Rechteck, B/T = 28,6)

$$R_n = 0,49 \cdot 10^6$$

$\beta^0$	$c_C$	$c_D$	$c_X$	$c_Y$	$c_N$	$\frac{e}{L}$
-4	0,036	1,170	-1,169	-0,046	+0,084	-1,330
-2	0,018	1,152	-1,152	-0,022	+0,017	-0,253
0	0,000	1,107	-1,107	0,000	0,000	
2	-0,009	1,143	-1,142	0,031	0,000	0,500
4	-0,036	1,161	-1,160	0,045	0,067	-0,984
6	-0,045	1,143	-1,141	0,075	0,000	0,500
8	-0,054	1,125	-1,122	0,103	-0,067	1,150
10	-0,063	1,134	-1,128	0,135	-0,017	0,624
12	-0,071	1,188	-1,176	0,177	0,017	0,405
15	-0,089	1,205	-1,187	0,226	0,084	0,127
20	-0,107	1,268	-1,228	0,333	-0,134	0,904
25	-0,089	1,268	-1,187	0,455	-0,134	0,796
30	-0,089	1,268	-1,143	0,556	-0,134	0,742
35	-0,071	1,259	-1,072	0,663	-0,151	0,728
40	-0,036	1,268	-0,994	0,787	-0,067	0,585
45	0,000	1,259	-0,891	0,890	-0,050	0,557
50	0,009	1,214	-0,774	0,936	-0,067	0,572
55	0,027	1,170	-0,649	0,973	-0,084	0,586
60	0,036	1,214	-0,577	1,069	-0,034	0,531
65	0,045	1,161	-0,451	1,071	0,000	0,500
70	0,063	1,161	-0,339	1,112	-0,067	0,560
75	0,071	1,098	-0,216	1,079	-0,050	0,547
80	0,054	1,116	-0,142	1,108	-0,050	0,545
85	0,027	1,071	-0,068	1,070	-0,101	0,594
90	0,000	1,054	-0,001	1,054	-0,034	0,532

$$R_n = 1,01 \cdot 10^6$$

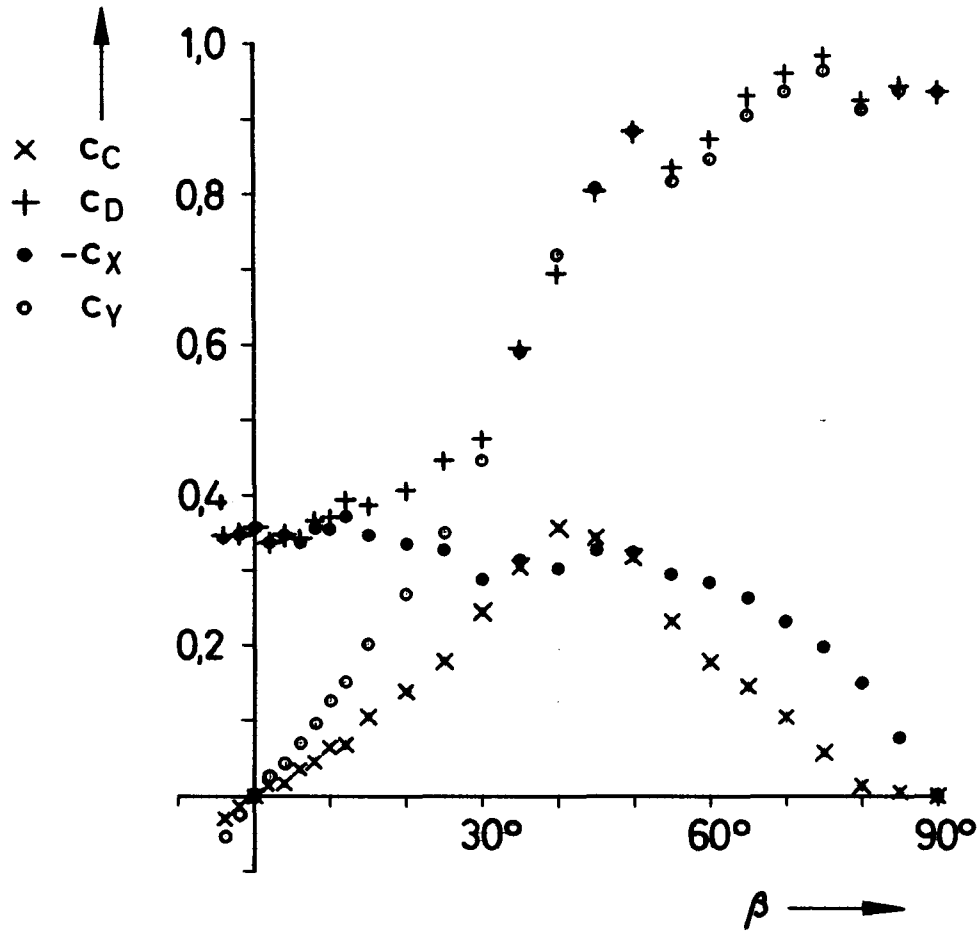
-4	0,038	1,125	-1,125	-0,041	-0,049	-0,689
-2	0,024	1,125	-1,125	-0,015	-0,019	-0,709
0	0,000	1,115	-1,115	0,000	-0,045	
2	-0,014	1,125	-1,125	0,025	-0,004	0,647
4	-0,032	1,131	-1,130	0,047	-0,030	1,133
6	-0,048	1,133	-1,132	0,071	-0,026	0,868
8	-0,062	1,119	-1,117	0,095	-0,022	0,737
10	-0,073	1,131	-1,127	0,124	0,007	0,440
12	-0,083	1,169	-1,160	0,161	-0,049	0,801
15	-0,107	1,181	-1,168	0,202	-0,063	0,814
20	-0,125	1,181	-1,152	0,286	-0,071	0,748
25	-0,123	1,196	-1,136	0,394	-0,041	0,604
30	-0,113	1,210	-1,105	0,507	-0,082	0,662
35	-0,107	1,220	-1,061	0,612	-0,056	0,592
40	-0,081	1,177	-0,954	0,694	-0,063	0,592
45	-0,040	1,179	-0,862	0,805	-0,060	0,574
50	0,000	1,175	-0,755	0,899	-0,067	0,575
55	0,024	1,173	-0,654	0,974	-0,041	0,542
60	0,032	1,175	-0,560	1,033	-0,052	0,551
65	0,042	1,181	-0,462	1,087	-0,041	0,538
70	0,069	1,173	-0,337	1,125	-0,026	0,523
75	0,077	1,147	-0,223	1,128	-0,037	0,533
80	0,058	1,143	-0,143	1,135	-0,030	0,526
85	0,036	1,123	-0,063	1,122	-0,037	0,533
90	0,000	1,091	-0,001	1,091	-0,030	0,527

Bild 5

Strömungskräfte am Doppelmodell A<sub>1</sub>

$$R_n = 0,49 \cdot 10^6$$

$$B/T = 13,33$$



# Bild 6

Strömungskräfte am Doppelmodell A<sub>1</sub>

$$R_n = 1,01 \cdot 10^6$$

$$B/T = 13,33$$

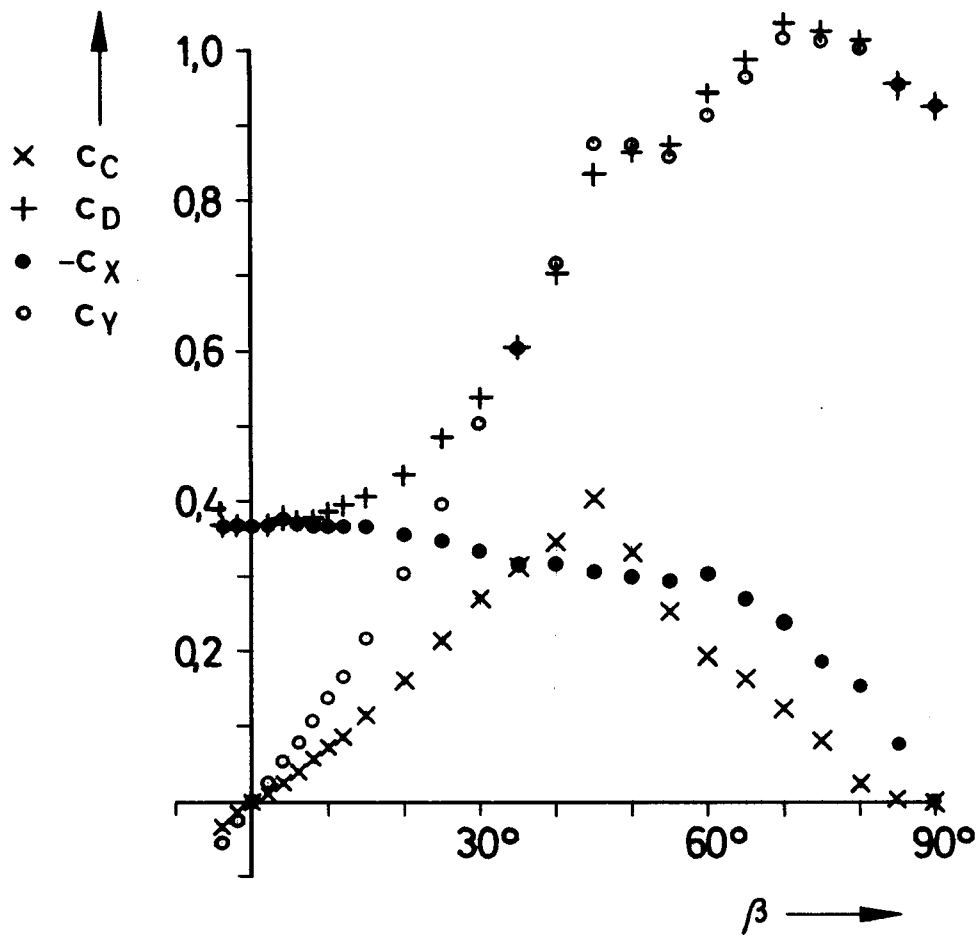
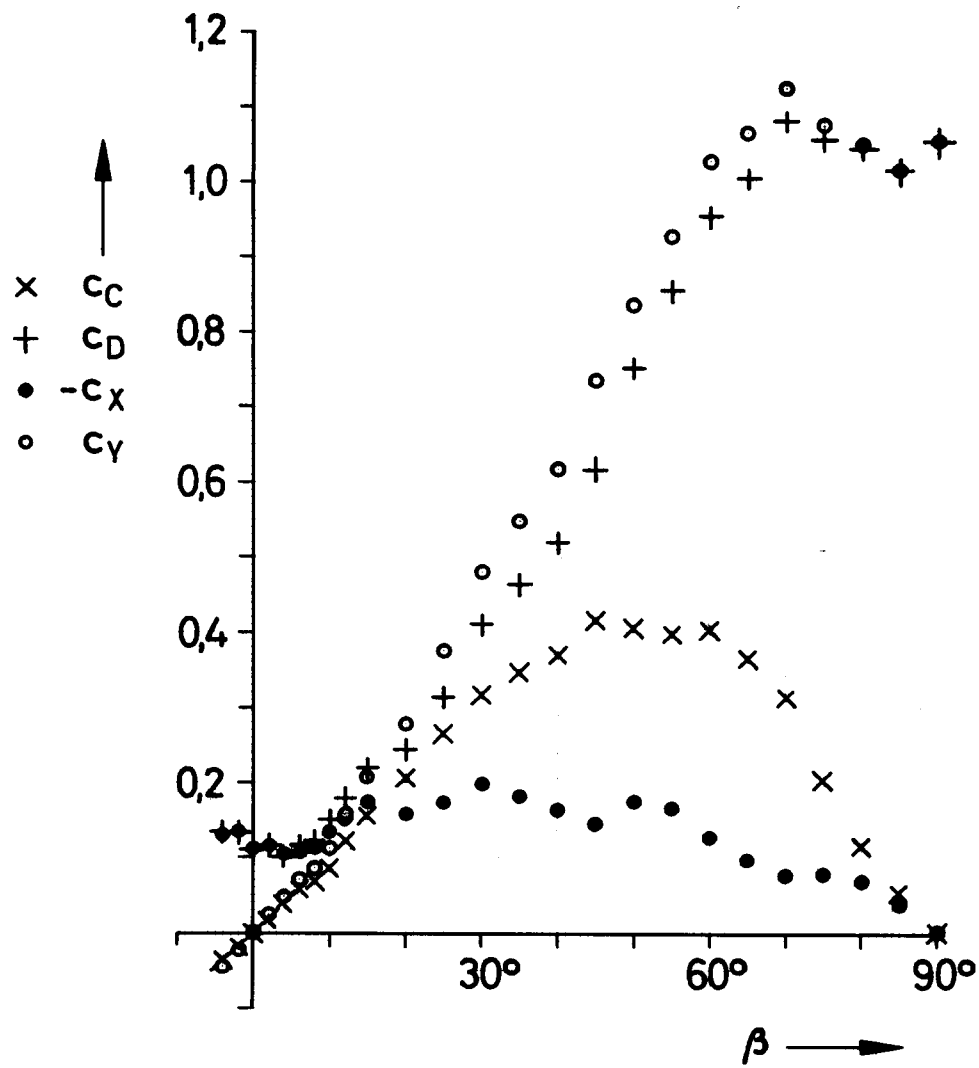


Bild 7

Strömungskräfte am Doppelmodell A<sub>2</sub>

$$R_n = 0,48 \cdot 10^6$$

$$B/T = 5,33$$



# Bild 8

Strömungskräfte am Doppelmodell A<sub>2</sub>

$$R_n = 1,01 \cdot 10^6$$

$$B/T = 5,33$$

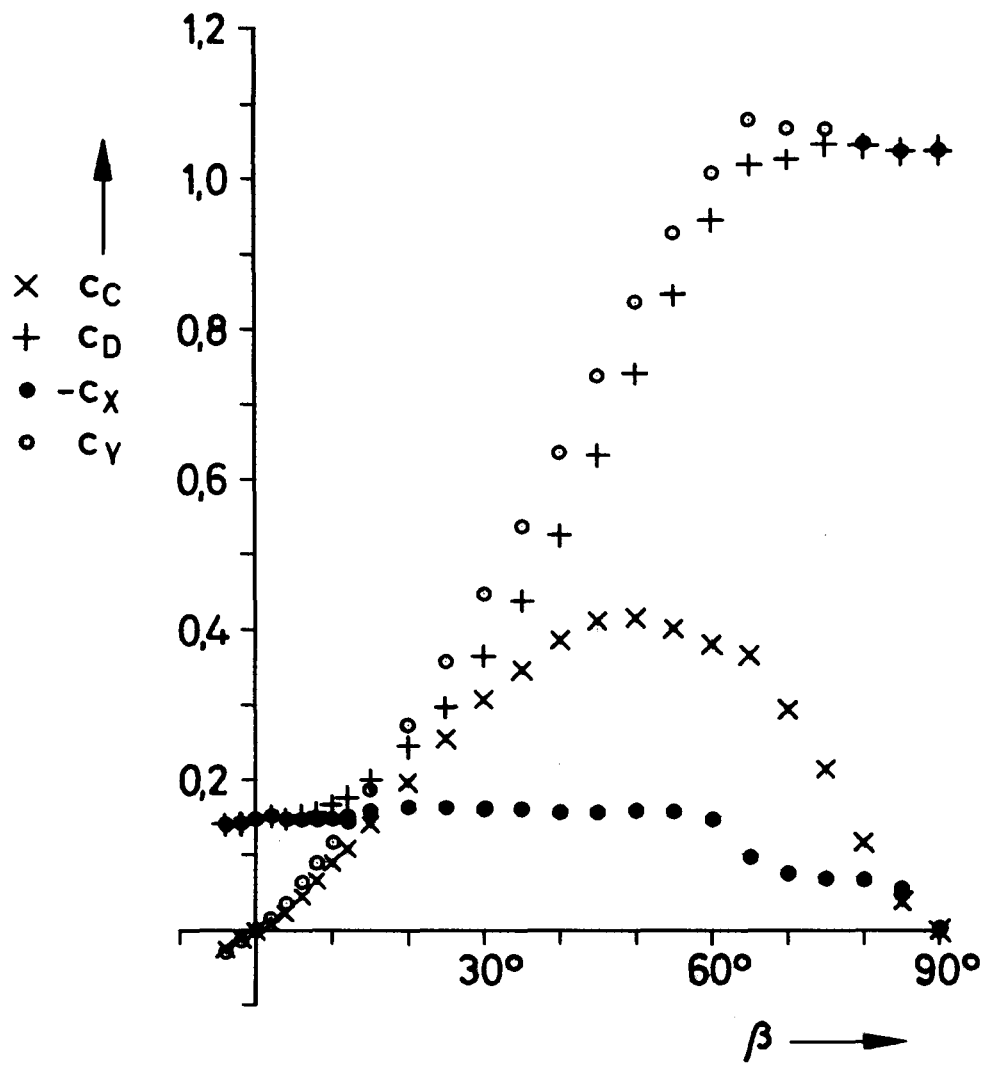
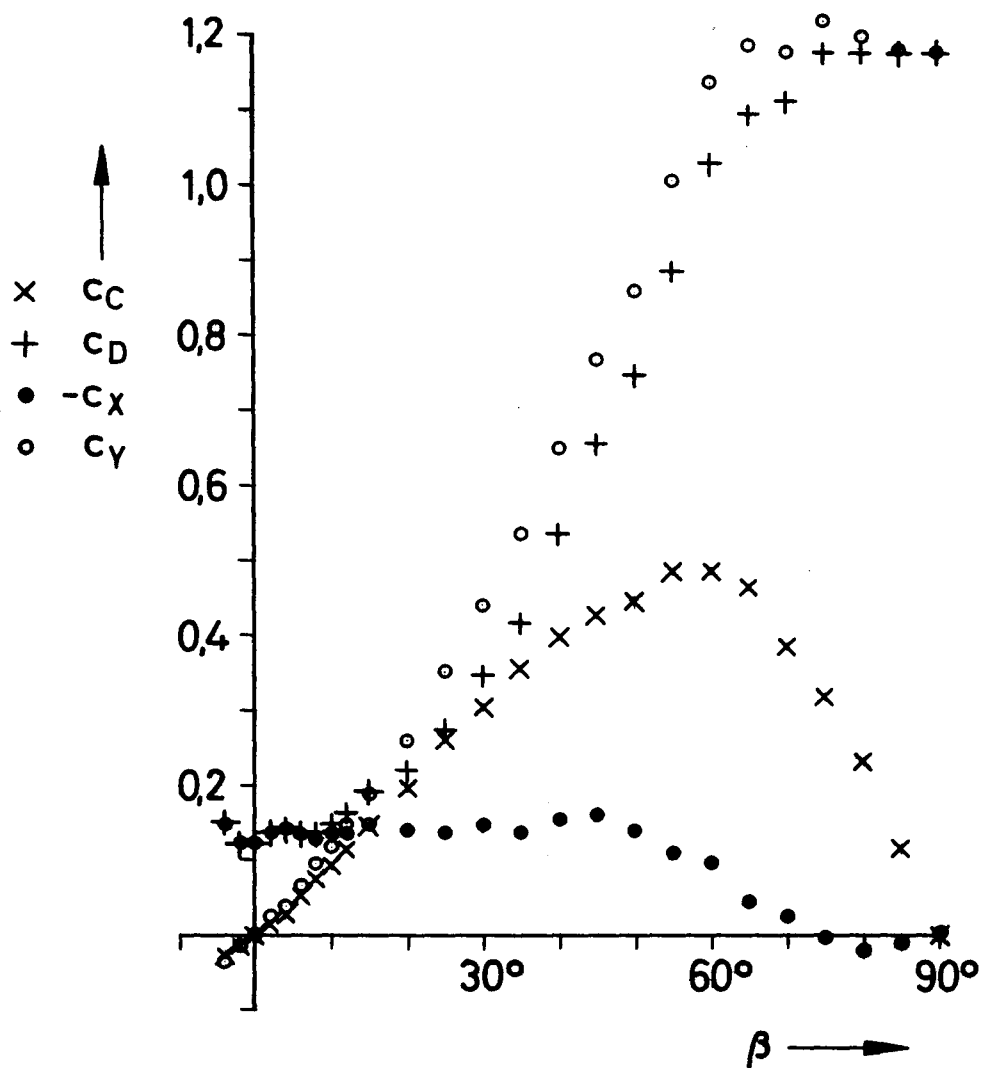


Bild 9

Strömungskräfte am Doppelmodell  $A_3$

$$R_n = 0,48 \cdot 10^6$$

$$B/T = 4$$



# Bild 10

Strömungskräfte am Doppelmodell  $A_3$

$$R_n = 1,01 \cdot 10^6$$

$$B/T = 4$$

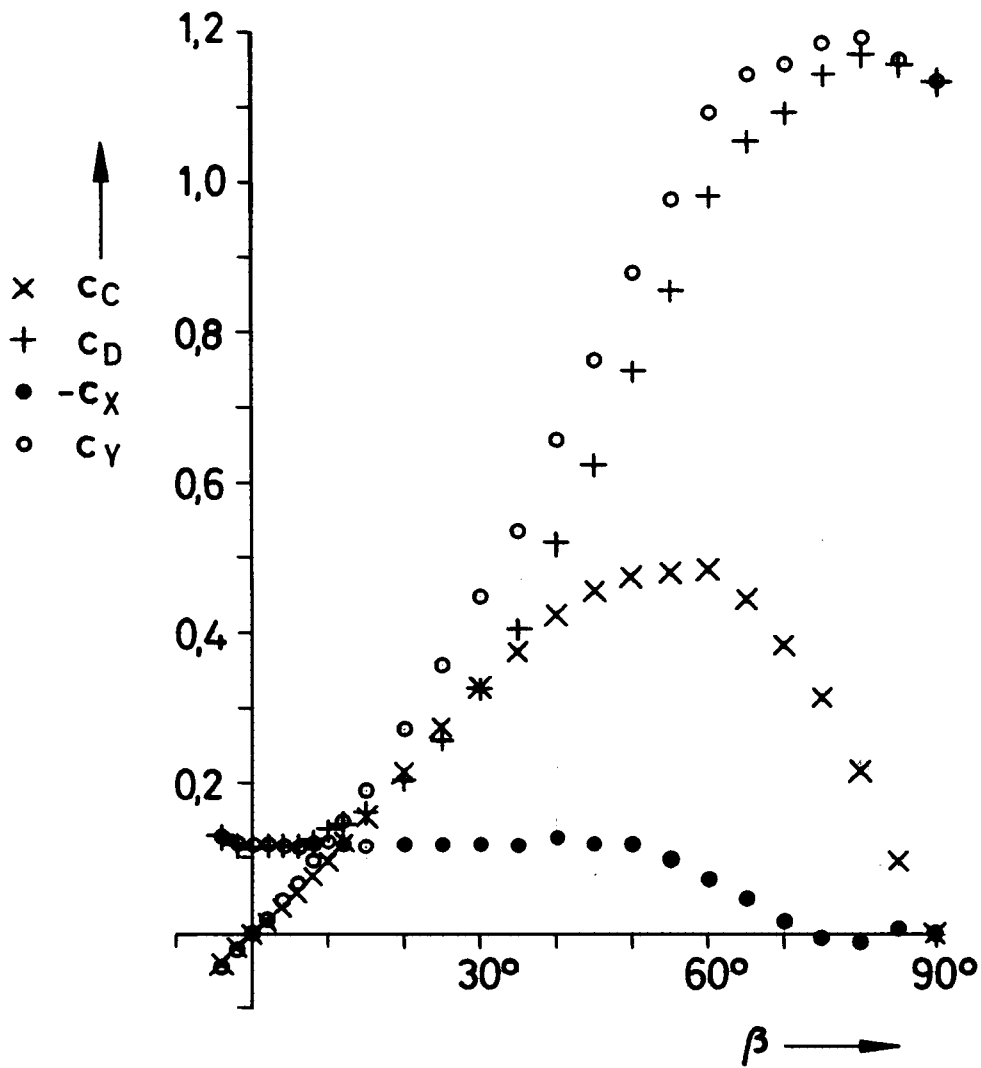
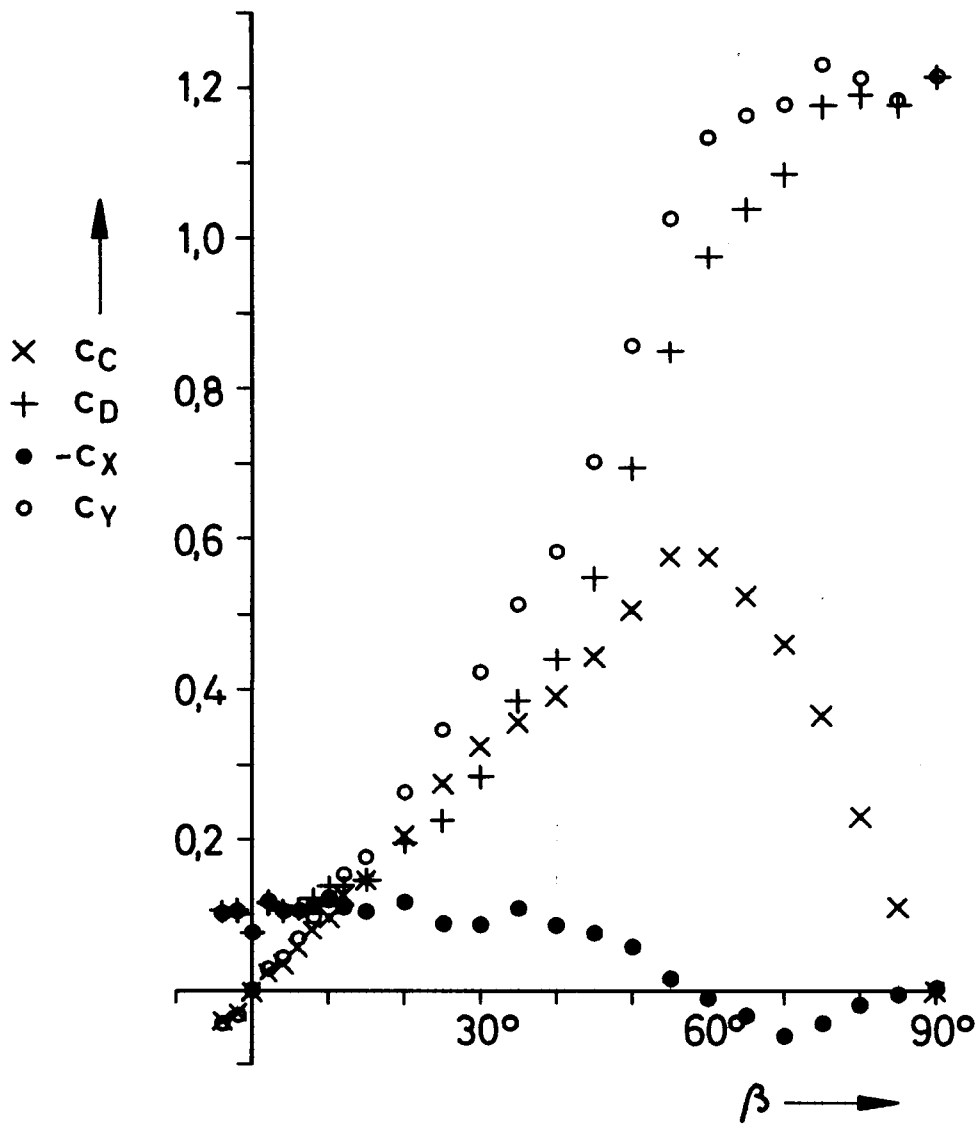


Bild 11

Strömungskräfte am Doppelmodell  $A_4$

$R_n = 0,48 \cdot 10^6$

$B/T = 2,67$



# Bild 12

Strömungskräfte am Doppelmodell  $A_4$

$$R_n = 1,01 \cdot 10^6$$

$$B/T = 2,67$$

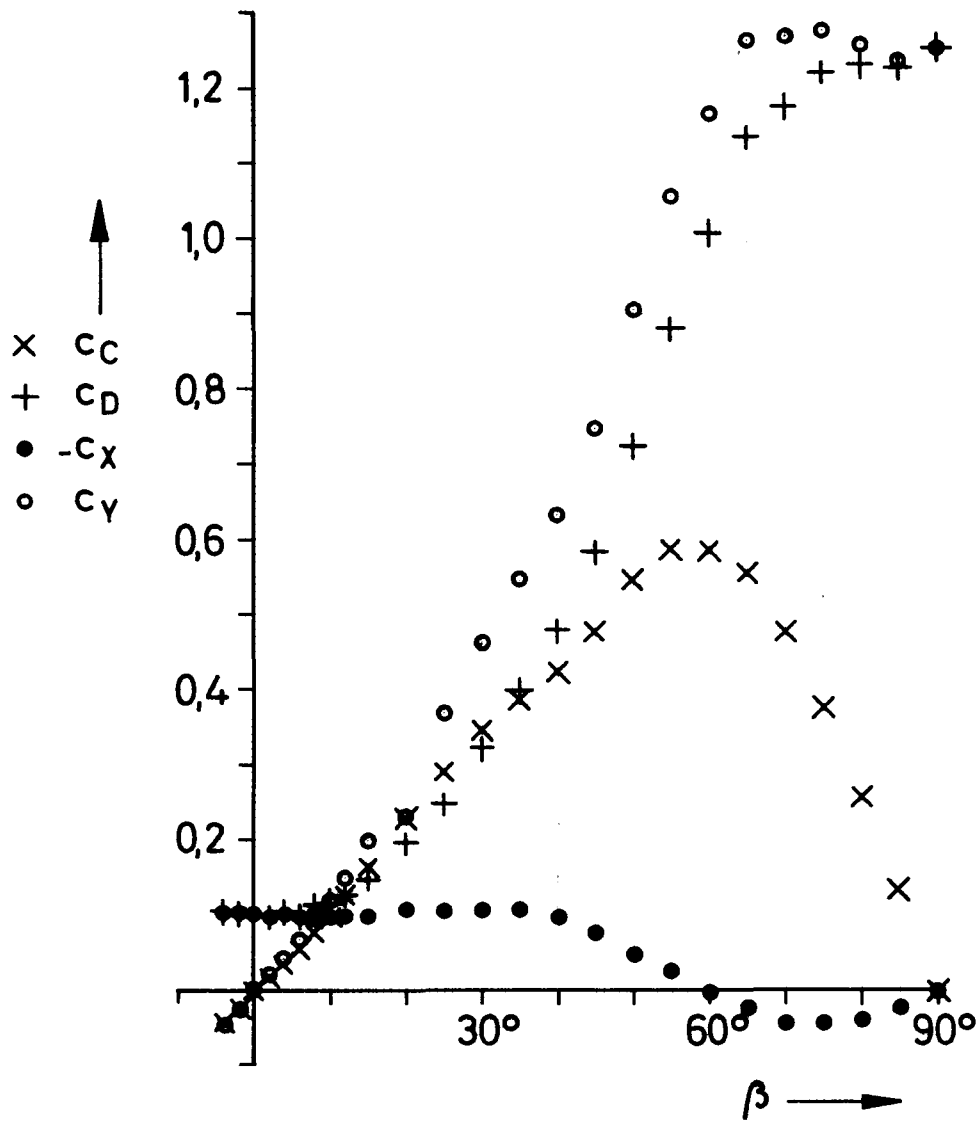


Bild 13

Strömungskräfte am Doppelmodell A<sub>5</sub>

$$R_n = 0,48 \cdot 10^6$$

$$B/T = 1,33$$

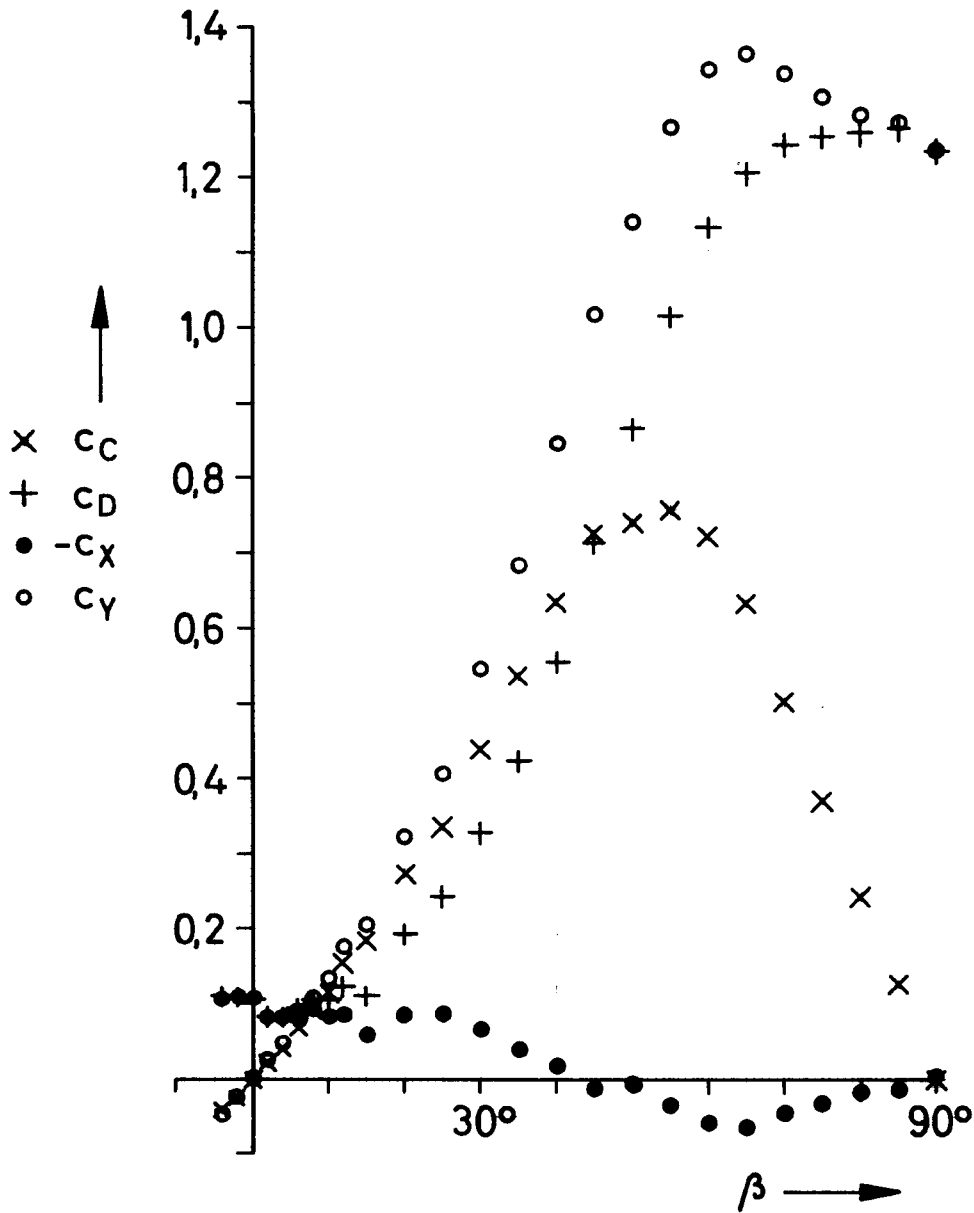
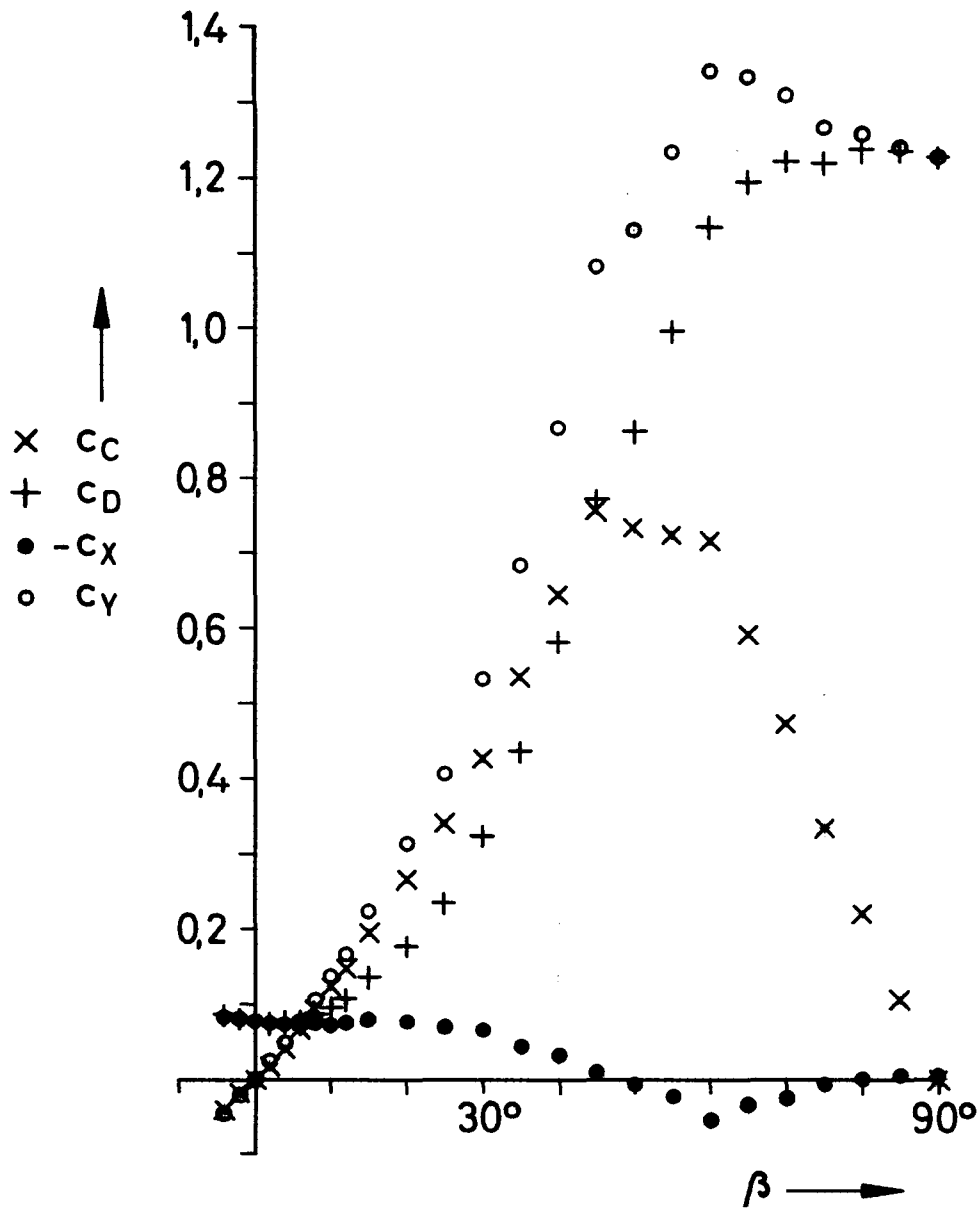


Bild 14

Strömungskräfte am Doppelmodell  $A_5$

$R_n = 1,02 \cdot 10^6$

$B/T = 1,33$



# Bild 15

Strömungskräfte am Doppelmodell B

$$R_n = 0,48 \cdot 10^6$$

$$B/T = 13,33$$

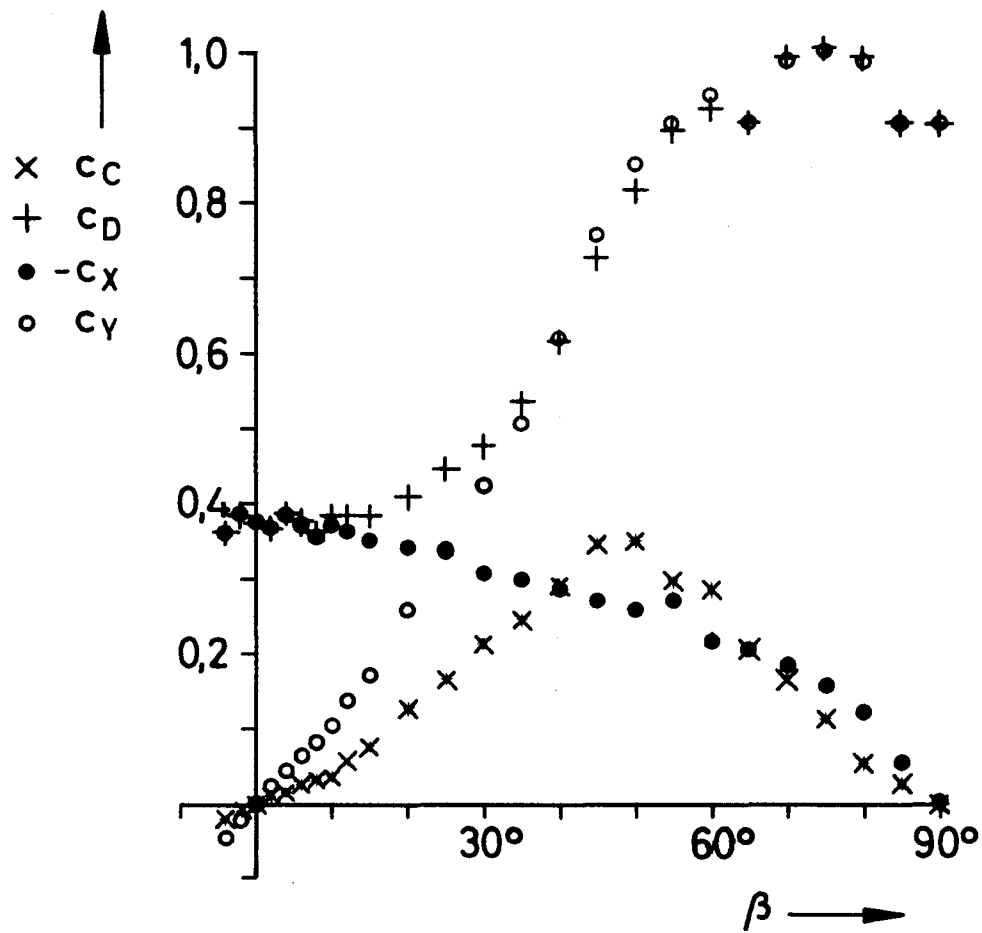


Bild 16

Strömungskräfte am Doppelmodell B

$R_n = 1,00 \cdot 10^6$

$B/T = 13,33$

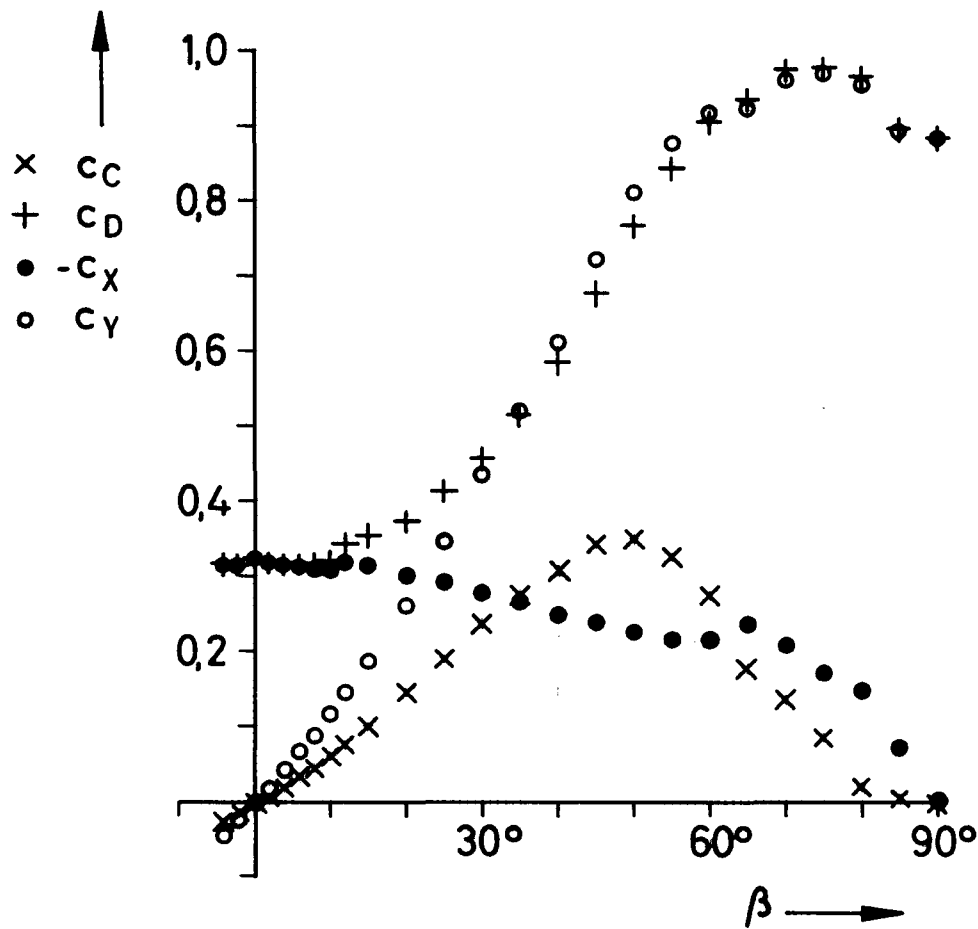


Bild 17

Strömungskräfte am Doppelmodell C

$$R_n = 0,49 \cdot 10^6$$

$$B/T = 28,6$$

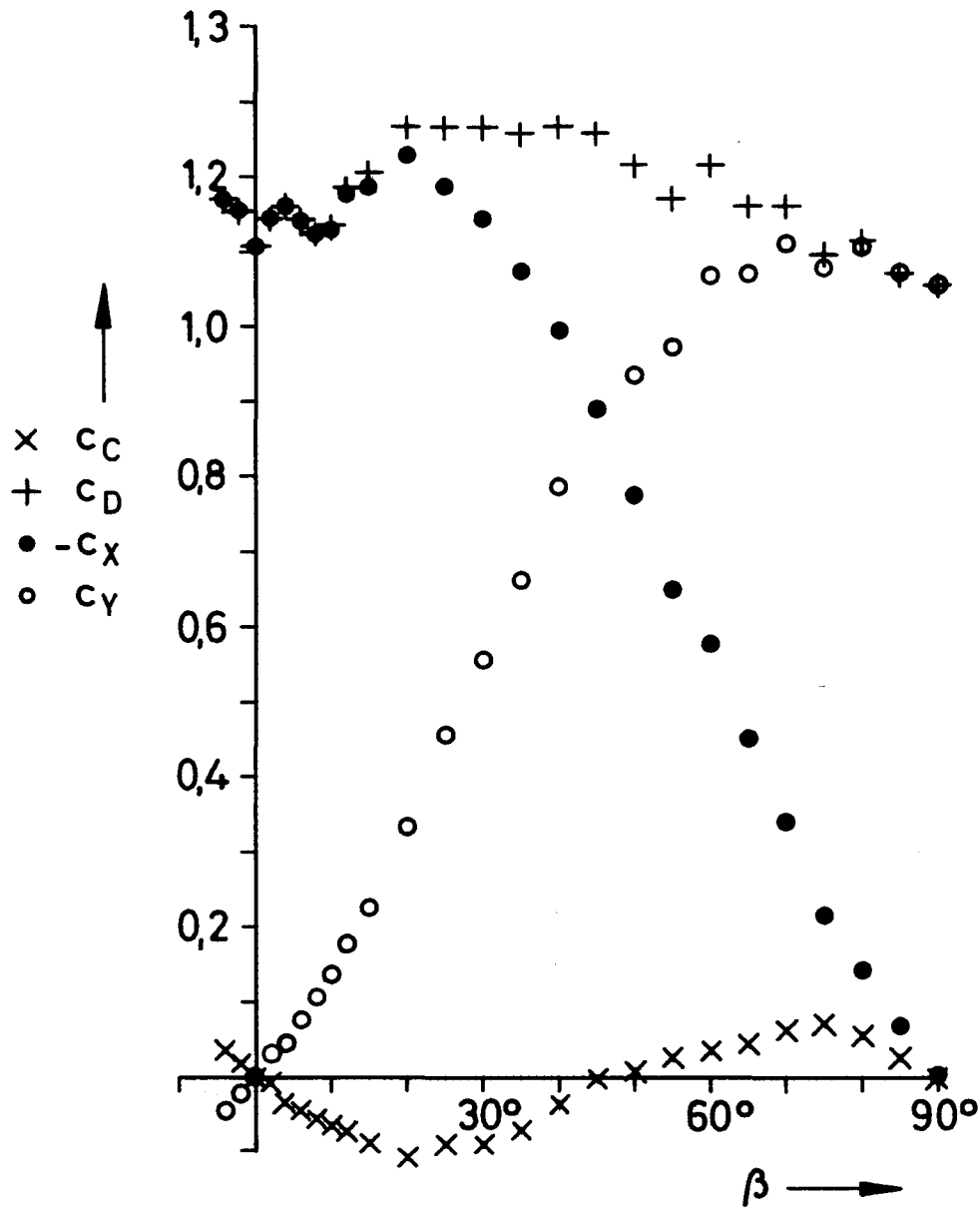
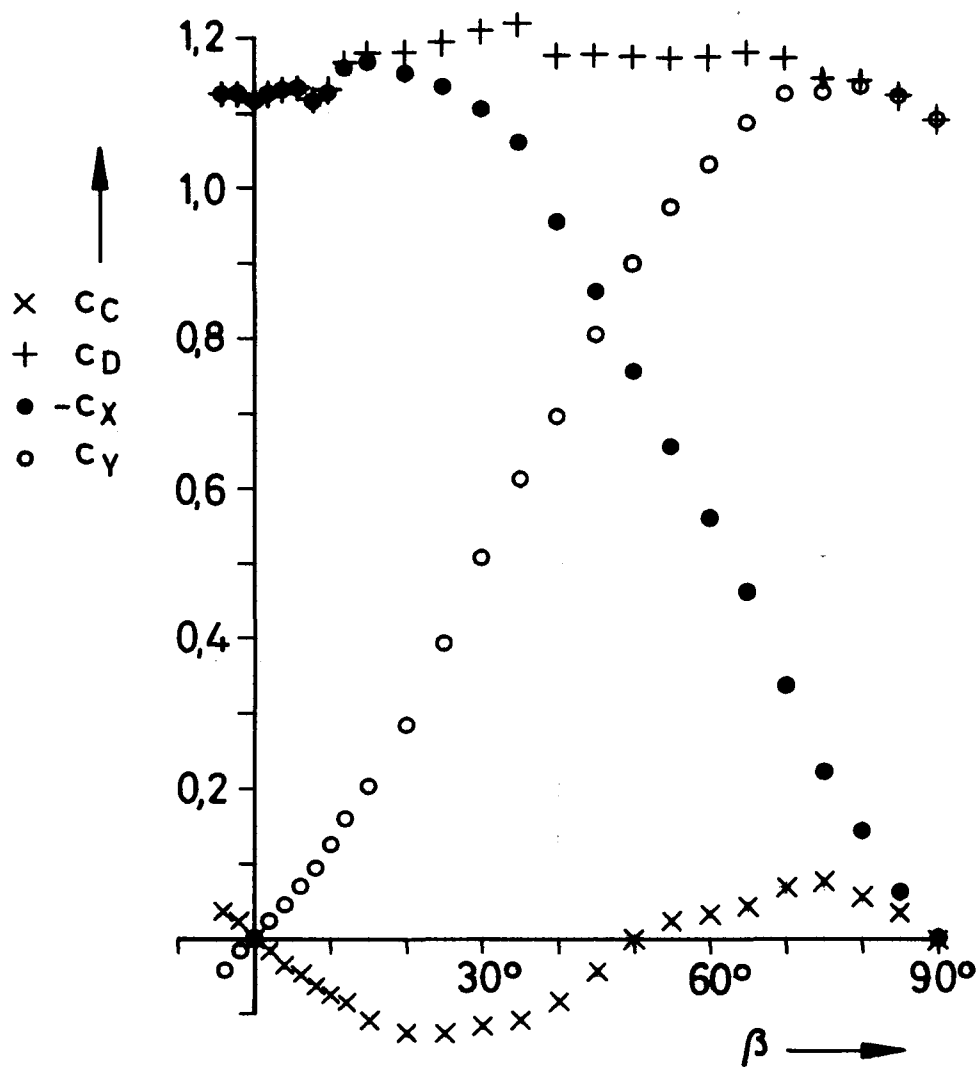


Bild 18

Strömungskräfte am Doppelmodell C

$R_n = 1,01 \cdot 10^6$

$B/T = 28,6$



### Bild 19

Abhängigkeit einiger hydrodynamischen Kennzahlen von der Modellbreite.

Modell A<sub>1</sub> - A<sub>5</sub> (Lateralkontur JFS 56 SR 15)

$2T/L = 0,15$  ;  $R_n \approx 1 \cdot 10^6$

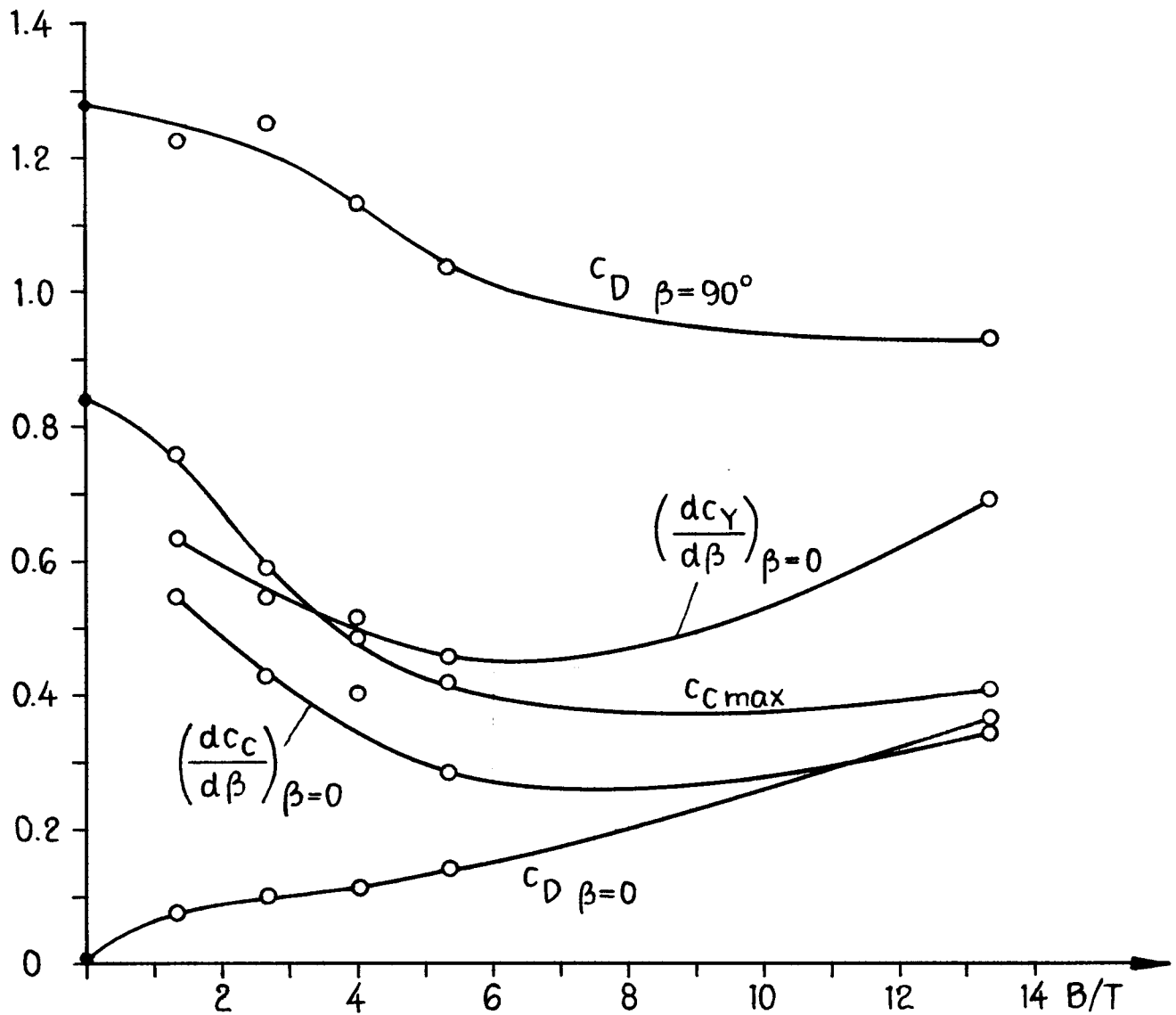


Bild 20

Vergleich der Kraftbeizahlen einiger Modelle

$L/B = 1$  ;  $R_n \approx 1 \cdot 10^6$

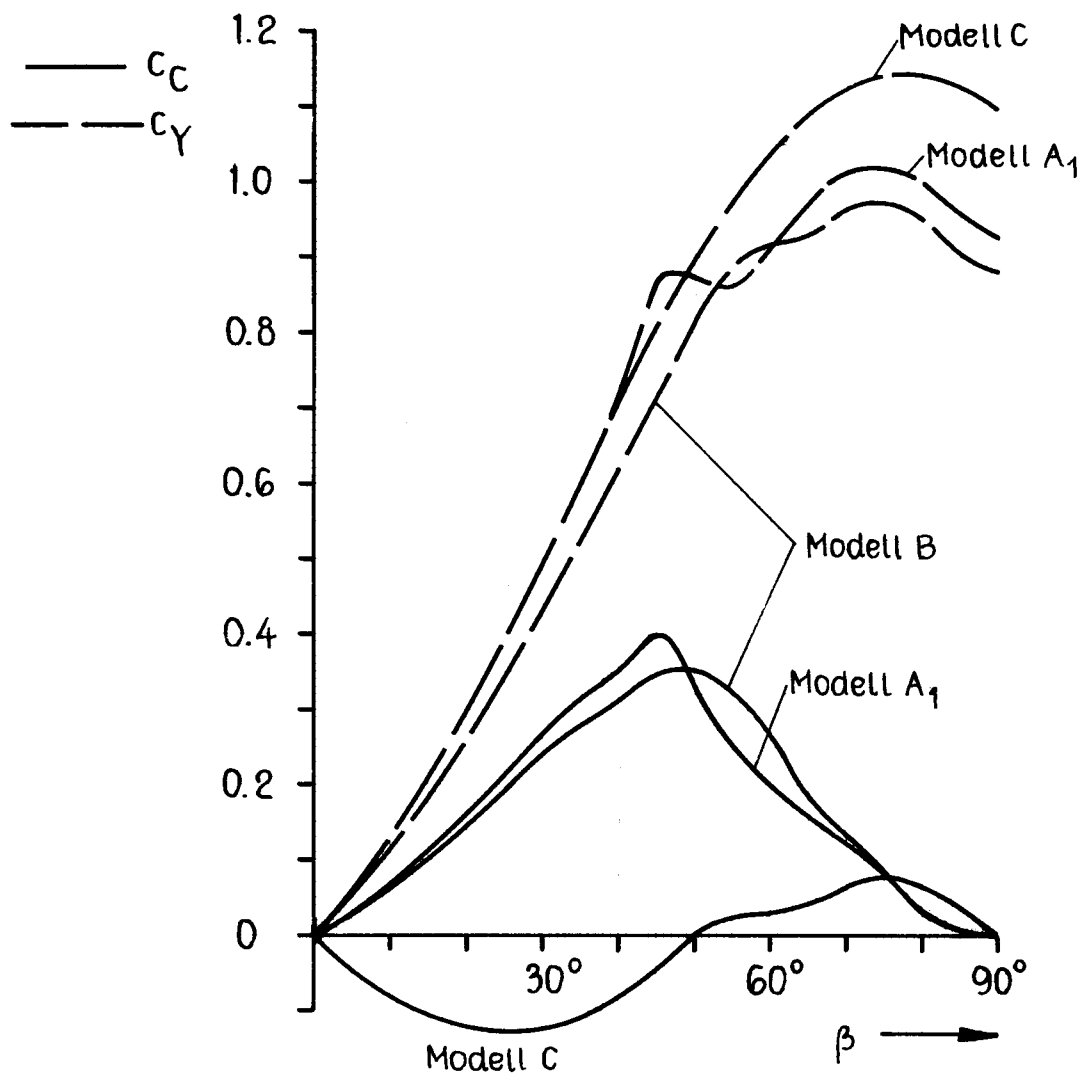


Bild 21

Vergleich der Kraftbeizahlen einiger Modelle

$$L/B = 1 ; R_n \approx 1 \cdot 10^6$$

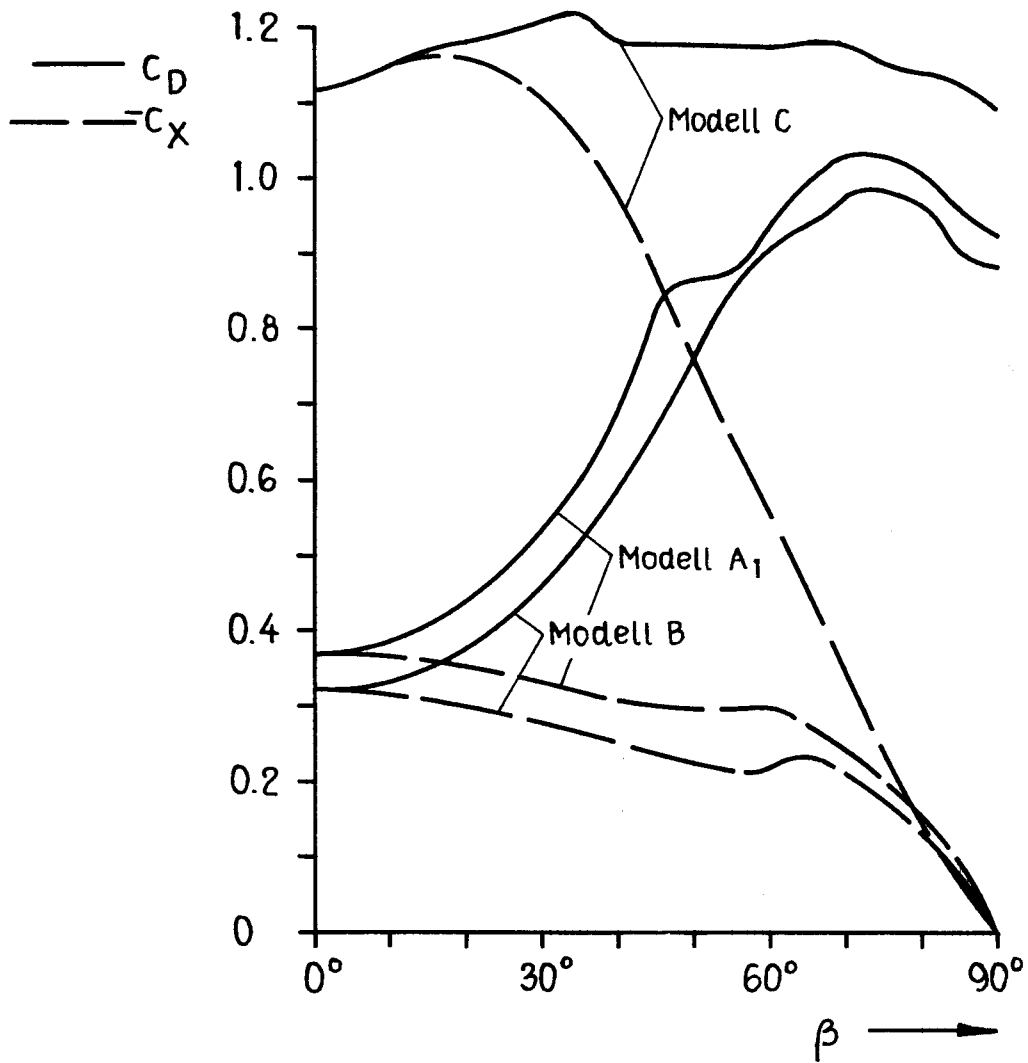


Bild 22 : Normalkraft- und Momentenbeiwerte  
 $R_n \approx 1 \cdot 10^6$

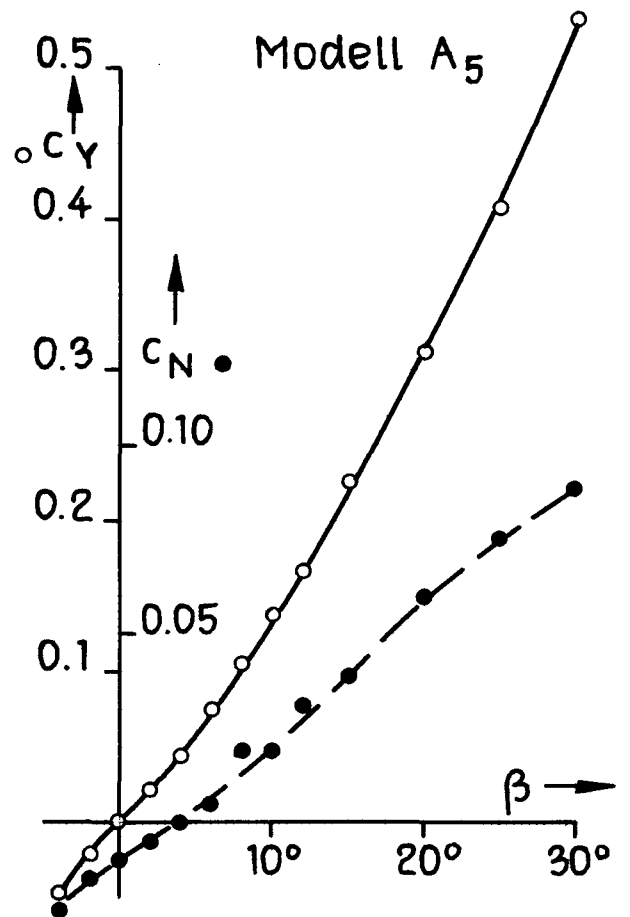
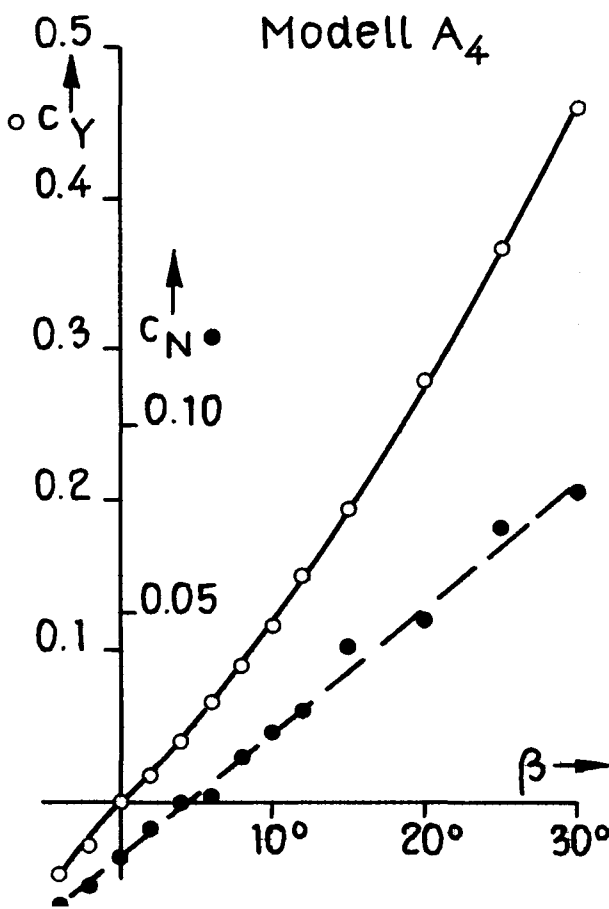
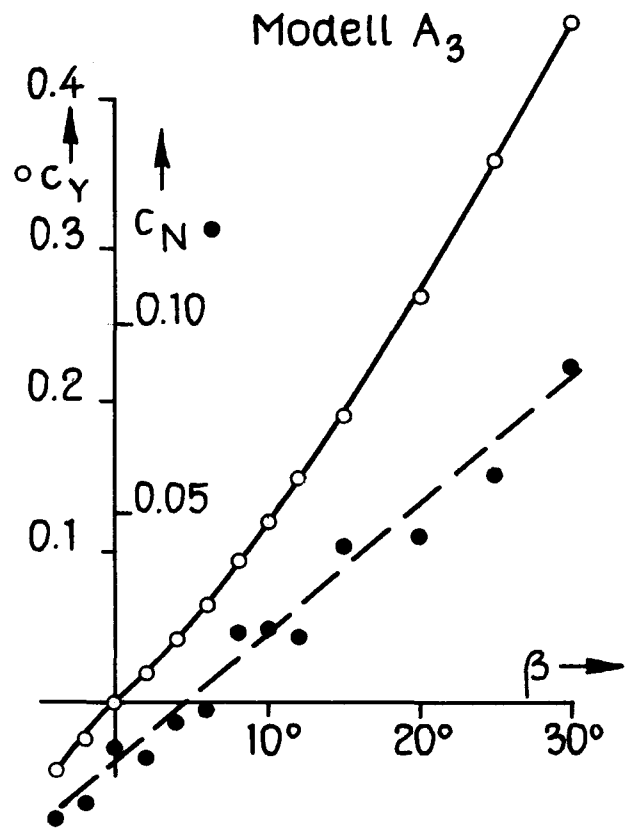
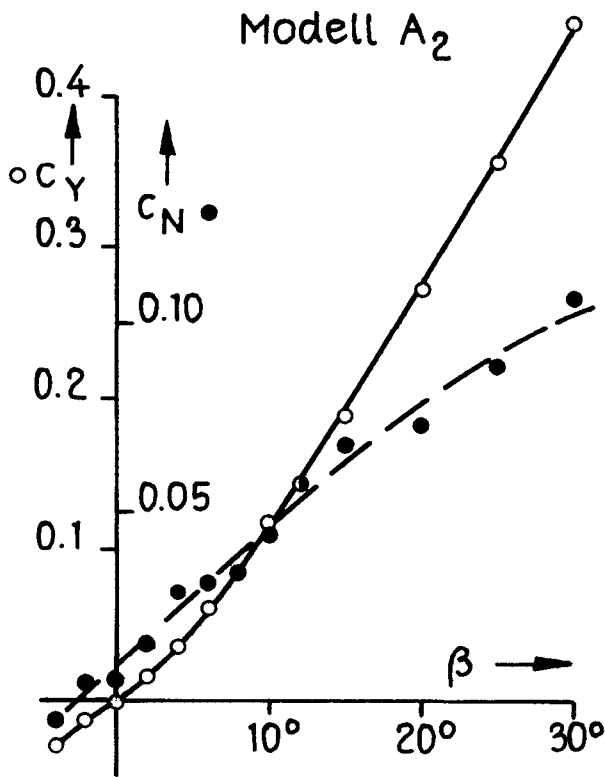
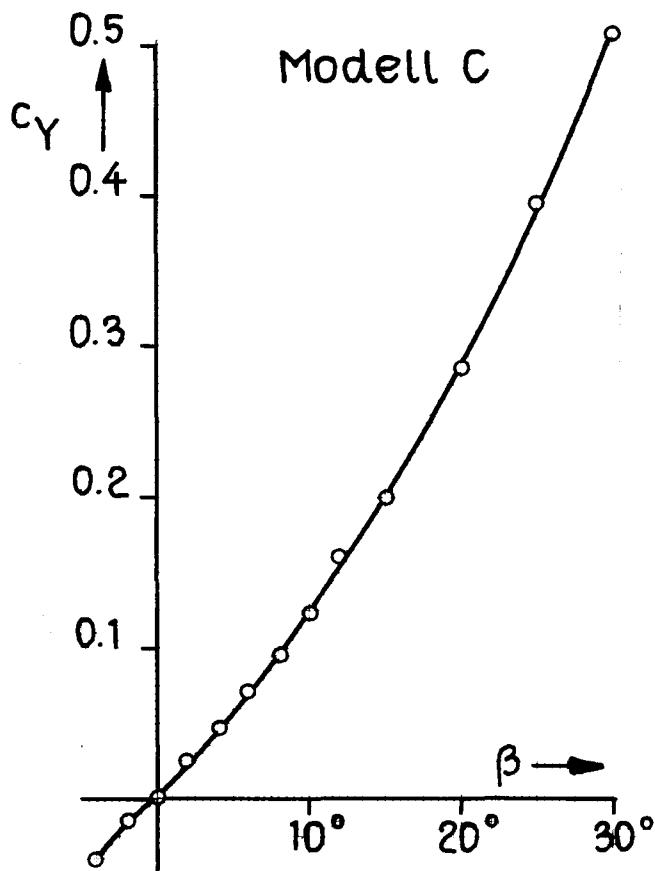
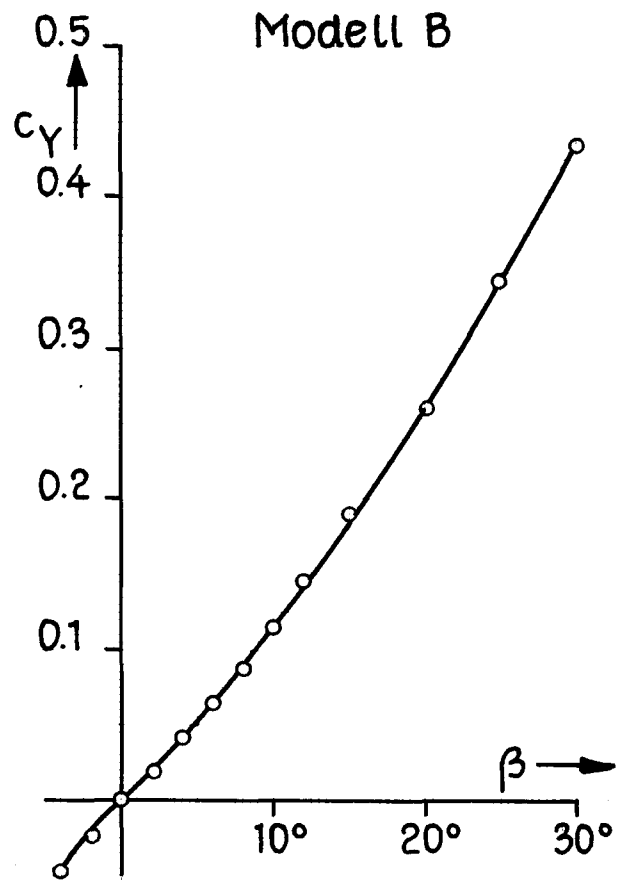
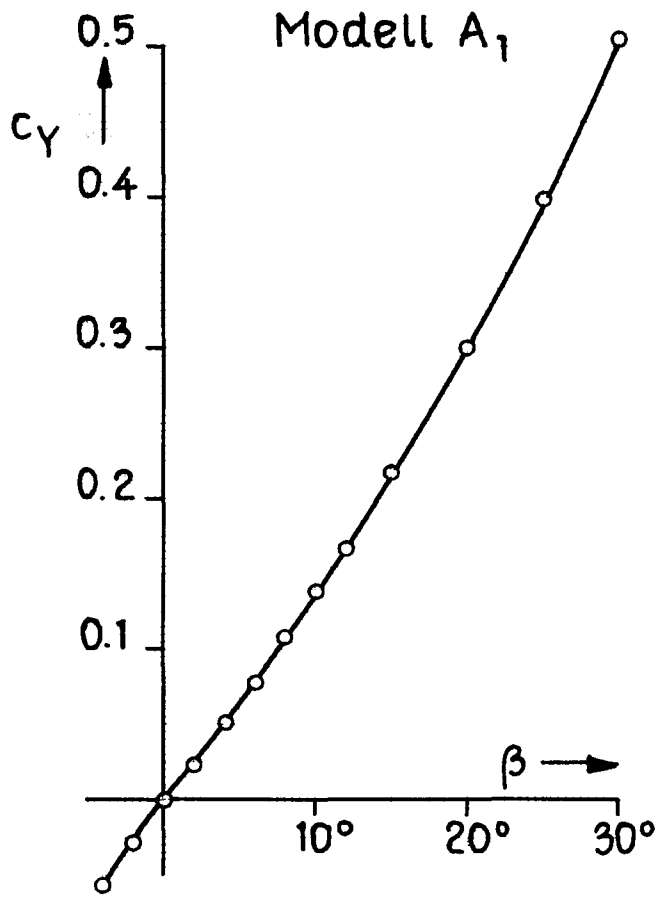
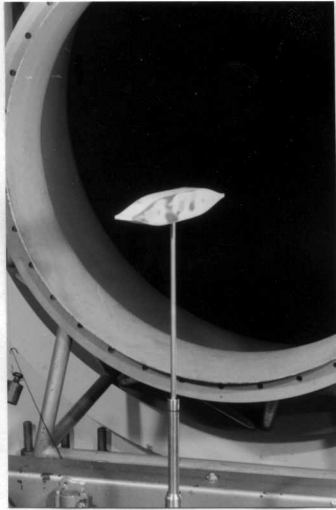


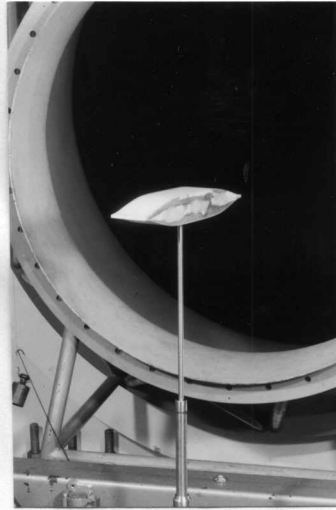
Bild 23 : Normalkraftbeiwerte  
 $R_n \approx 1 \cdot 10^6$



A<sub>5</sub>



A<sub>4</sub>



A<sub>1</sub>



B



Bild 3

Modelle im Windkanal