

Untersuchungen zur Auftriebssteigerung
an Pfeilflügeln durch Grenzschichtbeeinflussung.

Uebersicht.

Es wurden zwei Pfeilflügel mit 45° Pfeilwinkel bei $Re = 1,5 \cdot 10^6$ mit Grenzschichtbeeinflussung untersucht. Durch die Grenzschichtbeeinflussung sollte die Wirksamkeit der Auftriebsklappe und damit der Auftriebsbeiwert des Flügels gesteigert werden. Die auftriebssteigernde Wirkung der Grenzschichtbeeinflussung trat nur in geringem Masse ein.

Gliederung.

- I. Bezeichnungen
- II. Einleitung
- III. Versuchseinrichtung
- IV. Auswertung
- V. Ergebnisse
 - 1.) Absaugmessungen
 - 2. Blasmessungen
- VI. Zusammenfassung.

Der Bericht umfasst:

11 Seiten mit
9 Abbildungen.

Aerodynamische Versuchsanstalt Göttingen e.V.
Institut Windkanäle

Institutsleiter:

R. Seiferth
(R. Seiferth)

Bearbeiter:

B. Regenscheit, W. Schwier
(B. Regenscheit, W. Schwier)

I. Bezeichnungen.

$$c_a = \frac{A}{q \cdot F}$$

c_a = Auftriebsbeiwert

$$c_Q = \frac{Q}{V \cdot F}$$

c_Q = Mengenbeiwert

c_p = Druckbeiwert

$$c_p = \frac{p}{q}$$

$\alpha_{\text{geometr.}}$ = Anstellwinkel des Flügels
im Windkanal

A = Auftrieb [kg]

$$\alpha = \alpha_{\text{geometr.}}$$

Q = Absaugemenge [m³/sec.]

q = Staudruck der Anblasluft [kg/m²]

V = Anblasgeschwindigkeit [m/sec.]

F = Flügelfläche [m²]

p = Unter- bzw. Ueberdruck im Flügel-
innern.

II. Einleitung.

Es ist bekannt, dass nach hinten gepfeilte Flügel nur sehr geringe Höchstauftriebsbeiwerte haben. Diese konnten durch Klappen normaler Bauart auch bisher nicht genügend gesteigert werden.

Eine Ursache darf man darin sehen, dass durch die Pfeilform der Flügel eine Querströmung der Luft auf der Flügeloberfläche in Richtung zum Flügelende hervorgerufen wird. Dadurch ist auch für das Grenzschichtmaterial eine grosse Lauflänge gegeben. Die Grenzschichtdicke ist somit am Flügelende verhältnismässig viel dicker als z.B. in der Flügelmitte und neigt dort leichter zur Ablösung.

Es liegt daher der Gedanke nahe, dieser Ursache wirksam durch die Mittel der Grenzschichtbeeinflussung (Absaugen der Grenzschicht oder Beschleunigen der Grenzschicht durch Ausblasen von Luft) entgegenzuarbeiten.

einer für die Absaugung, der andere für das Blasen eingerichtet, sollte Aufschluss über die Möglichkeiten geben.

III. Versuchseinrichtung.

Die Bilder 1 und 2 zeigen die untersuchten Flügel. Sie sind 45° gefeilt und haben in Schnitten senkrecht zur Flügelvorderkante den Flügelschnitt 23012. Die Flügel wurden als Halbflügel eingerichtet, um von der einen Seite in bekannter Weise Luft absaugen oder ausblasen zu können.

Die Flügeltiefe, senkrecht zur Vorderkante gemessen, betrug $l = 0,3$ m, die Spannweite, entlang der Vorderkante gemessen, $b = 1,132$ m. Quer zur Strömung gemessen war die Spannweite $0,8$ m.

Die Flügel waren mit Klappen von 20 o/o Tiefe versehen.

Die Untersuchungen wurden im Kanal I der AVA ($D = 2,25$ m) bei einer mittleren Windgeschwindigkeit von 40 m/s. durchgeführt.

IV. Auswertung.

Aus den Messwerten wurden der Auftriebsbeiwert c_a , der Mengenbeiwert c_Q und der Druckbeiwert c_p errechnet. Damit hat man die wesentlichen Beiwerte, um das Verhalten des Flügels beurteilen zu können. Auf eine Ermittlung des wahren Anstellwinkels wurde verzichtet, weil dieser Bericht nur orientierender Art ist. Die angegebenen Anstellwinkel α sind demnach die geometrischen im Windkanal ermittelten.

V. Ergebnisse.

1.) Absaugemessungen.

Das Bild 3 zeigt c_a über c_Q und c_p über c_Q für den Flügel mit den Klappenwinkeln $\eta = 15^\circ, 30^\circ, 45^\circ$ und 60° (beim Klappenwinkel $\eta = 0^\circ$ ist der Absaugeschlitz geschlossen, es wurde daher dabei nicht abgesaugt). Man erkennt beim Flügel mit ausgeschlagener Klappe eine auftriebssteigernde Wirkung

durch die Absaugung. Diese steht aber in keinem Vergleich zu der sonst bei Absaugeklappenflügeln beobachteten Auftriebssteigerung. Zum Vergleich ist für $\eta = 45^\circ$ eine Kurve c_a über c_Q , wie sie beim nicht gepfeilten Flügel gemessen wurde, eingezeichnet.

Das Bild 4 zeigt Kurven c_a über $\alpha_{\text{geometr.}}$ für verschiedene c_Q -Werte. Auch hierbei zeigt sich die geringe Wirksamkeit der Absaugung. Die Kurve für $\eta = 0^\circ$ ist, um die Wirksamkeit des Klappenausschlages allein sehen zu können, mit eingetragen.

In weiteren Versuchen wurde nur in bestimmten Teilgebieten der Spannweite abgesaugt. Die Abbildung 5 gibt einige Ergebnisse wieder. Eine Verbesserung der Messergebnisse durch Änderung der Mengenverteilung längs Spannweite wurde nicht erzielt.

Abbildung 6 zeigt eine Messung, die bis zu sehr hohen Mengenbeiwerten ausgedehnt wurde. Durch Steigerung der Absaugemenge ist immer noch c_a gewonnen worden, jedoch ist der Anstieg $\frac{d c_a}{d c_Q}$ bei den grossen Absaugemengen ebenso gering wie er sonst bei ungepfeilten Absaugeklappenflügeln gemessen wurde.

2.) Blasmessungen.

Bild 7 gibt für den Fall des Ausblasens den Verlauf c_a (c_Q) für die Klappenwinkel $\eta = 0^\circ, 15^\circ, 30^\circ, 45^\circ$ und 60° wieder. Bei kleinen Klappenwinkeln ($\eta = 0^\circ$ und 15°) wurde durch das Ausblasen der Luft keinerlei Auftriebssteigerung erzielt. Wie Bild 7 zeigt, ist im Gegenteil mit wachsender Blasmenge ein geringer c_a -Abfall zu bemerken und zwar besonders auffällig bei $\eta = 0^\circ$.

Erst beim Klappenwinkel $\eta = 30^\circ$ und darüber sind c_a -Steigerungen infolge des Ausblasens zu beobachten und zwar sind diese beim größten Klappenwinkel ($\eta = 60^\circ$) am grössten. Auch diese c_a -Steigerungen sind jedoch im Vergleich zu

den an Rechteckflügeln (ohne Pfeilung) im Windkanal durch Ausblasen erzielten c_a - Steigerungen ausserordentlich gering. In Bild 8 ist für $\eta = 45^\circ$ für einige Anstellwinkel ein Vergleich zwischen dem c_a (c_Q) - Verlauf beim Rechteckflügel ohne Pfeilung und bei dem untersuchten Pfeilflügel gegeben.

Auch bei einer Steigerung des Mengenbeiwertes bis zu sehr grossen Beträgen ($c_Q = 0,032$) wurde eine weitere Steigerung des Auftriebsbeiwertes nicht erzielt.

In Bild 9 ist für verschiedene Klappenwinkel und einige konstante c_Q -Werte der Verlauf c_a ($\alpha_{\text{geometr.}}$) gegeben. Auch aus dieser Auftragung erkennt man den verhältnismässig geringen Anstieg des c_a mit dem c_Q . Wie bei den Versuchen an Rechteckflügeln wurde auch beim Pfeilflügel der Wert $\frac{d c_a}{d \alpha}$ durch das Ausblasen nicht geändert.

VI. Zusammenfassung.

Es wurden Versuche an zwei Pfeilflügeln mit Grenzschichtbeeinflussung an den Klappen zur Steigerung des Höchstauftriebes durchgeführt.

Die Absaugeversuche brachten nur eine geringe Auftriebssteigerung, die in keinem Verhältnis steht zu dem Auftriebsgewinn, den man an nicht gepfeilten Rechteckflügeln mit gleicher Absaugemenge erzielt.

Ebenso ergeben die Ausblasversuche im Vergleich zu früheren Messungen an Rechteckflügeln nur sehr geringe c_a - Steigerungen. Bei kleinen Klappenwinkeln ($< 30^\circ$) wurde sogar ein leichter c_a - Abfall bei steigender Blasmenge beobachtet.

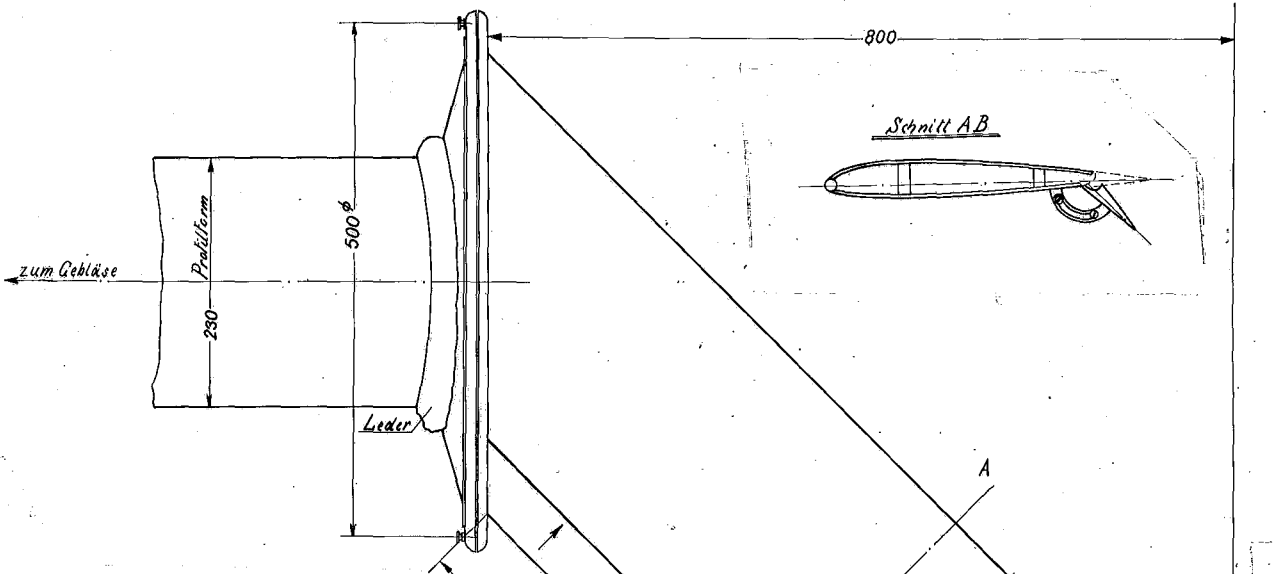
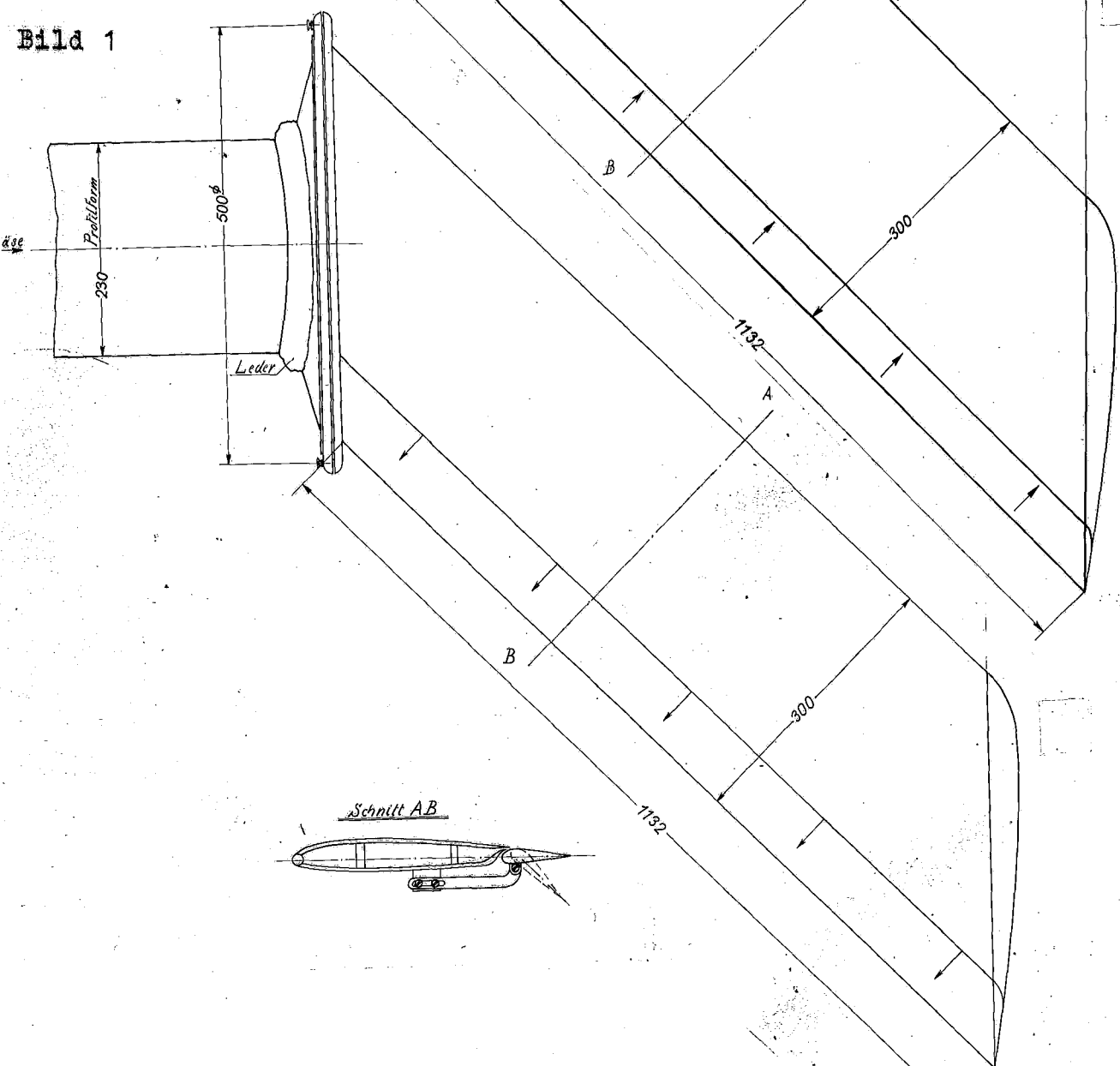


Bild 1



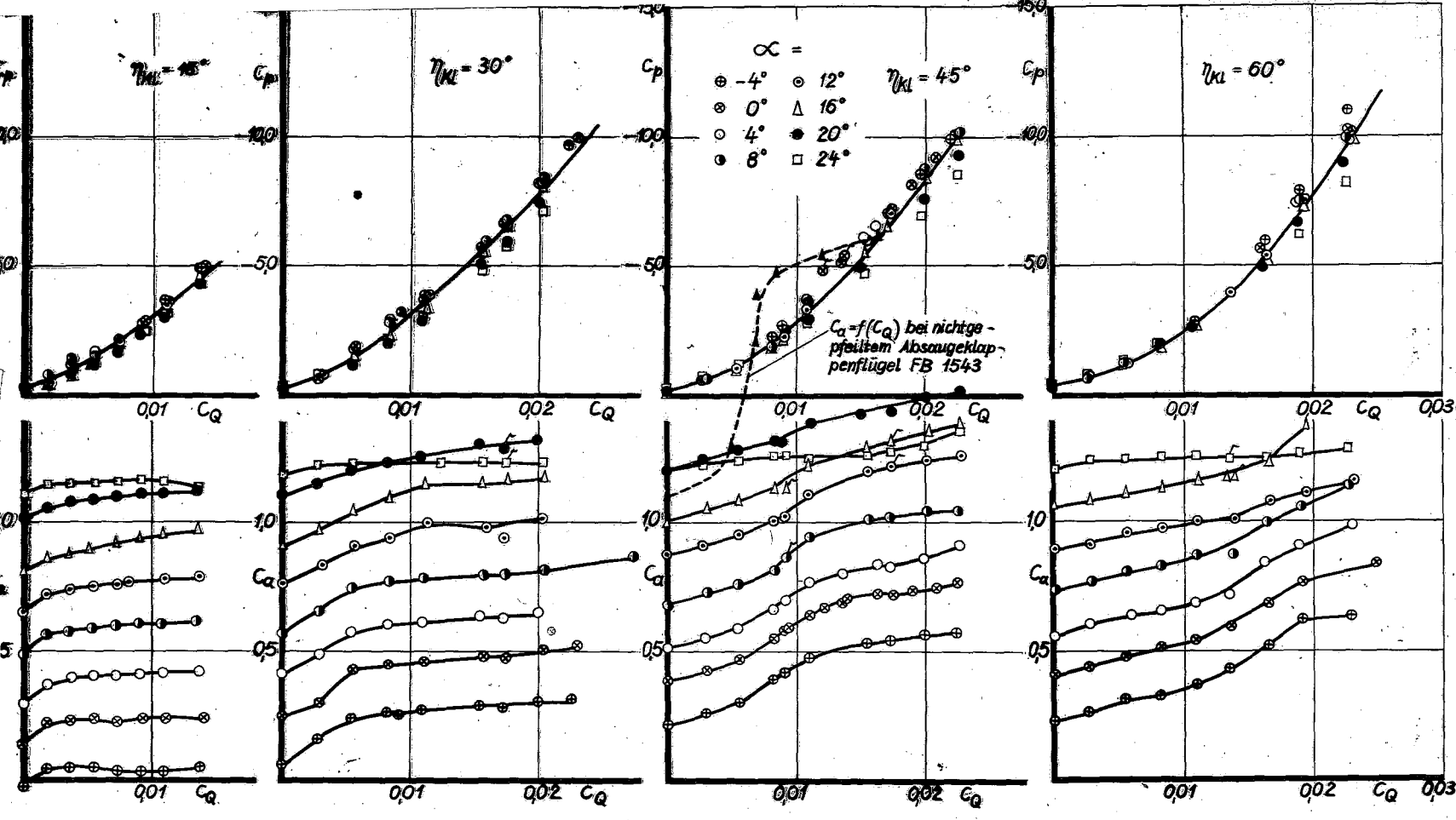


Bild 3 : Pfeilflügel mit Absaugeklappe. Auftriebsbeiwerte und Druckziffer $c_p = \frac{P}{q}$ in Abhängigkeit von der Mengenziffer $c_q = \frac{Q}{\sqrt{v} \cdot F}$

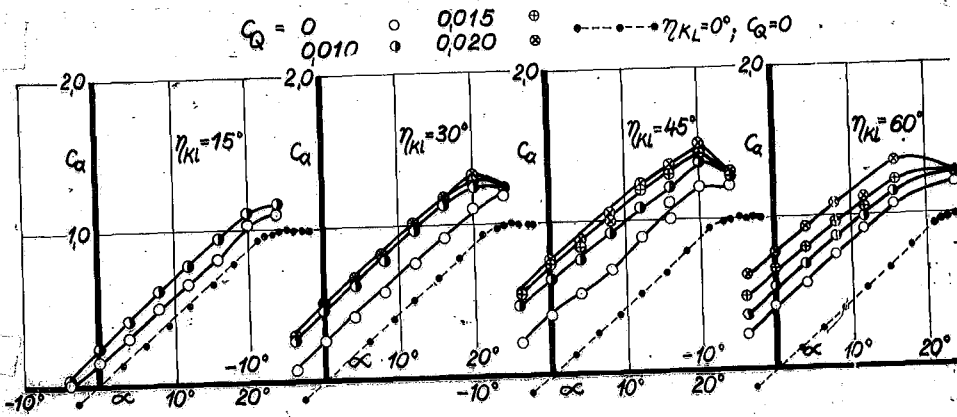
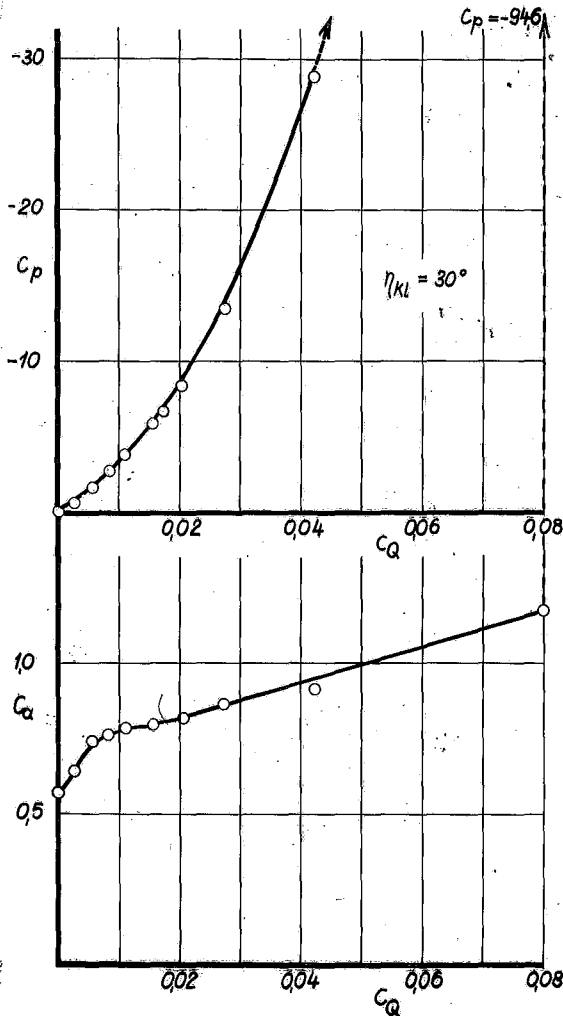


Bild 4 : Pfeilflügel mit Absaugeklappe.
 Der Verlauf $c_L = f(\alpha)$ für $\eta = 0^\circ$ ist zum Vergleich eingezeichnet.

Bild 5 siehe folgende Seite



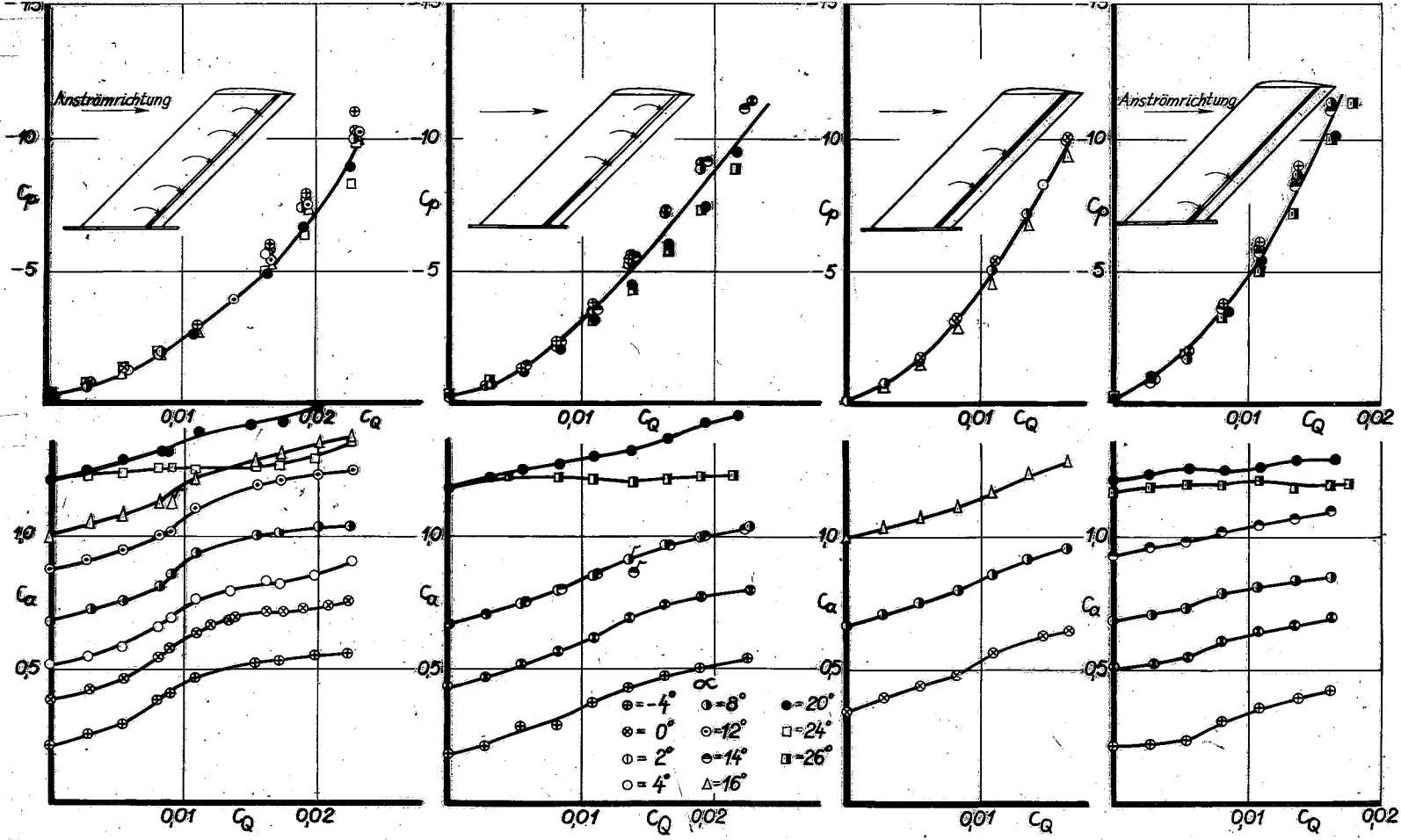


Bild 5 : Pfeilflügel mit Absaugeklappe. Es wurde nur im Teilgebiet der Spannweite abgesaugt.

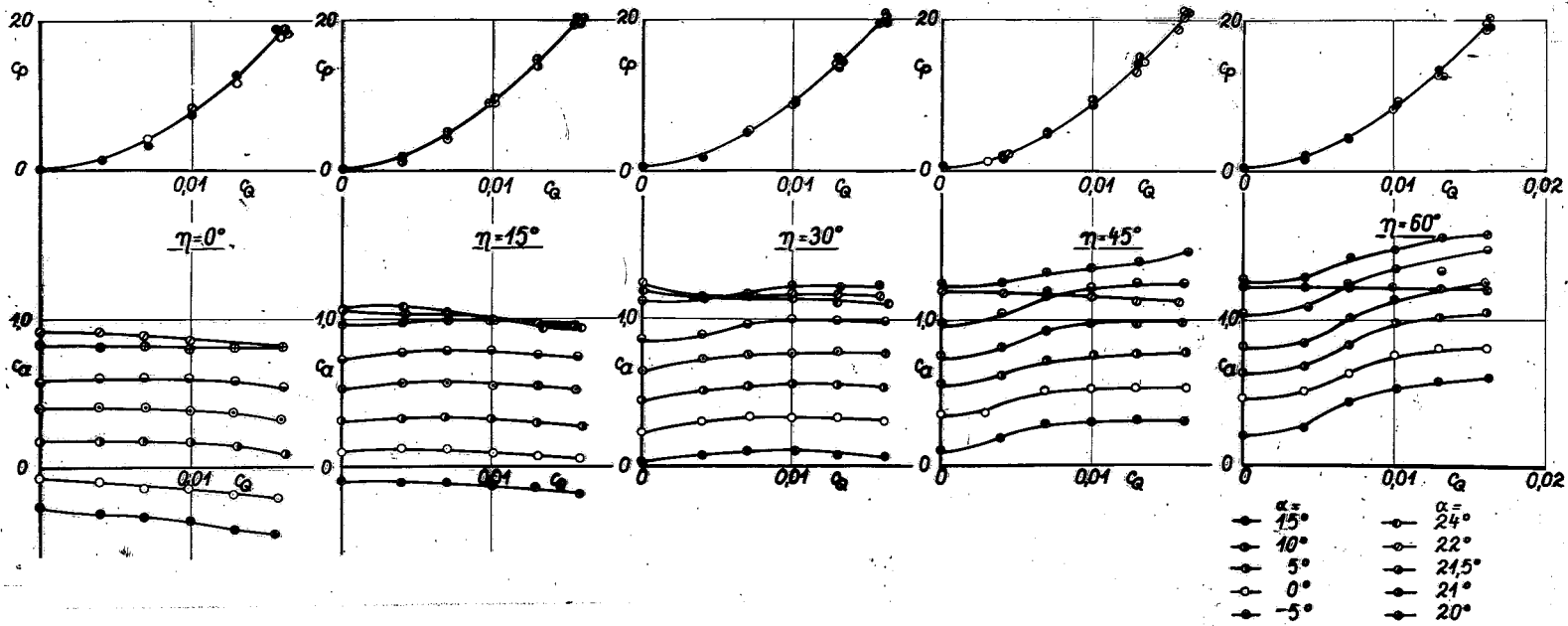


Bild 7 : Blaspfeilflügel, Schlitzweite $s = 0,0035 \cdot l$

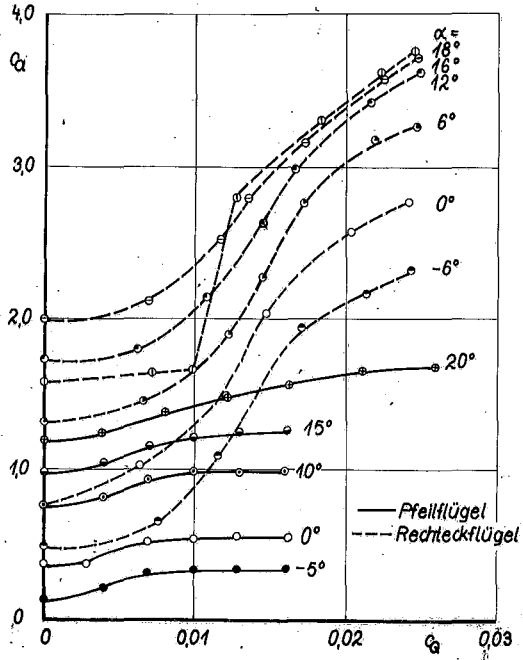


Bild 8 : Blaspfeilflügel, Vergleich mit Rechteckflügel.

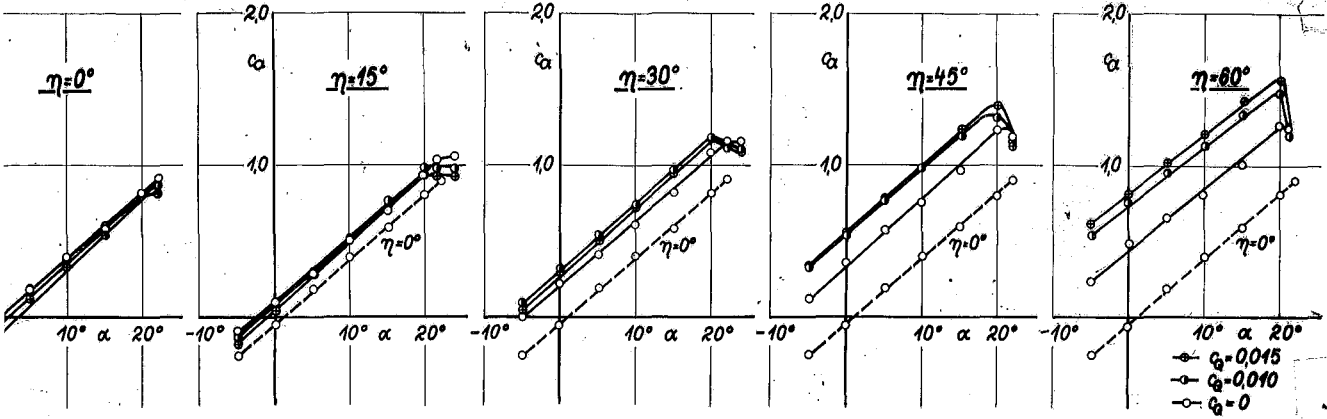


Bild 9 : Blaspfeilflügel, Schlitzweite $s = 0,0035 \cdot l$