

Versuche an einem Flügel mit einer  
Klappe geringer Tiefe und selbsttätiger Absaugung.

Uebersicht.

Durch selbsttätige Absaugung mit dem Randwirbel wurde die Wirkung einer 5 o/o tiefen Klappe an einem Flügel (Profil 23015, Flügelstreckung  $\Delta = 4$ ) so erhöht, dass sie der Wirkung einer etwa 10 o/o tiefen Klappe ohne Absaugung entsprach (Bild 9). Der Profilwiderstandsbeiwert wurde dabei beachtlich verringert (Bild 6 und 10). Der Auftriebshöchstwert wurde durch den Klappen-ausschlag ohne Absaugung um  $\Delta c_{a \max} = 0,46$  und mit Absaugung um 0,63 erhöht (Bild 3). Die Versuche wurden bei  $Re = 3,5 \cdot 10^5$  durchgeführt.

Gliederung:

- 1.) Bezeichnungen
- 2.) Einleitung
- 3.) Das Modell und die Versuchseinrichtung
- 4.) Auswertung
- 5.) Ergebnisse
- 6.) Vergleich der Messergebnisse mit  
Absaugemessungen
- 7.) Zusammenfassung
- 8.) Schrifttum.

Der Bericht umfasst:

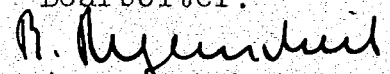
17 Seiten mit  
11 Bildern

Aerodynamische Versuchsanstalt Göttingen e.V.  
Institut Windkanäle

Der Institutsleiter:

  
(R. Seiferth)

Bearbeiter:

  
(B. Regenscheit)

Göttingen, den 22. August 1943  
Bericht Nr. 43/W/65.

Deutsche  
Forschungsanstalt  
für Luft-  
und Raumfahrt e. V.  
Hist. Archiv  
Bunsenstraße 10  
3400 Göttingen

1.) Bezeichnungen:

$$c_a = \frac{A}{q_{\infty} \cdot F}$$

$$c_w = \frac{W}{q \cdot F}$$

$$c_{w_p} = c_w - c_{w_A} - c_{w_{iK}} - c_{w_i}$$

$$c_Q = \frac{Q}{v_{\infty} \cdot F}$$

$$c_p = \frac{p}{q_{\infty}}$$

A = gemessener Auftrieb [kg]

W = gemessener Widerstand [kg]

$q_{\infty}$  = Staudruck der Anblasströmung [kg/m<sup>2</sup>]

$v_{\infty}$  = Anblasgeschwindigkeit [m/sec]

F = Flügelfläche [m<sup>2</sup>]

$\Delta$  = Flügelstreckung  $\frac{b^2}{F}$

$c_a$  = Auftriebsbeiwert

$c_w$  = Gesamtwiderstandsbeiwert der unteren Anordnung

$c_{w_p}$  = Profilwiderstandsbeiwert

$c_{w_A}$  = Widerstandsbeiwert der Aufhängung

$c_{w_{iK}}$  = induzierter Widerstand, gegeben durch die endliche Abmessung des Kanalstrahles

$c_{w_i}$  = induzierter Widerstand, gegeben durch die endliche Abmessung des Flügels

$c_Q$  = Mengenbeiwert

$c_p$  = Druckziffer

p = gemessener statischer Druck [kg/m<sup>2</sup>]

## 2.) Einleitung:

Vor Jahren wurde von Herrn Jng. S t e n d e r (damals Blohm und Voss) vorgeschlagen, Ruder geringer Tiefe zu untersuchen und deren Wirkung, besonders bei grossen Klappen-ausschlägen bezw. grossen Anstellwinkeln des Flügels durch Absaugung zu verbessern. Es war beabsichtigt, beim günstigen Ausgang solcher Versuche Querruder geringer Tiefe zu bauen, bei denen dann, um die volle Wirkung eines normalen Ruders zu erreichen, ein grösserer Ruderausschlag zugelassen werden sollte. Der Vorteil solcher Ruder wurde in den kleinen Rudermomen-ten gesehen. Ausserdem darf man annehmen, dass die Flatterei-genschaften des gesamten Flügels erheblich gebessert werden. Eine Untersuchung an einem Absaugeruder geringer Tiefe wurde von W. S c h w i e r mit gutem Erfolg durchgeführt [1]. Dass der Gedanke nicht zur Ausführung kam, lag wohl daran, dass die Antriebsfrage der Absaugeanlage keine hinreichend einfache Lö-sung gefunden hatte.

Durch die Untersuchungen über die Anwendung des Randwirbels zur Förderung von Absaugeluft [2] wurde die Er-kenntnis gewonnen, dass die Saugleistung des Randwirbels so gross ist, dass sie in Sonderfällen auch für Aufgaben der Auf-triebssteigerung nutzbar gemacht werden kann.

Der vorliegende Bericht bringt erste Ergebnisse in dieser Richtung, die mit einfachsten versuchstechnischen Mit-teln gewonnen wurden. Die Re-Zahl der Versuche war niedrig, sie betrug  $0,35 \cdot 10^6$ .

## 3.) Das Modell und die Versuchseinrichtung.

Das Modell wurde durch Umbau eines Holzflügels vom Profil 23015 (Spannweite 0,6 m, Flügeltiefe 0,15 m  $\Delta = 4$ ) in der Weise gewonnen, dass der hintere Teil (etwa 40 o/o der Flügeltiefe) abgeschnitten und durch einen hohlen Blechkasten ersetzt wurde. An der Hinterkante wurde eine Klappe von 5 o/o Tiefe angebracht. Von dem Anbau eines sowohl für positive als auch negative Ausschläge geeigneten Ruders musste der gerin-gen Modellabmessungen wegen abgesehen werden. Die Randkappen

wurden bis zur grössten Dicke halbkreisförmig, dann unter Beibehaltung der grössten Ausladung elliptisch ausgebildet. Im Absaugefall wurde der Saugseitenteil der Randkappe soweit die Luftführung im Flügel reichte (40 o/o der Tiefe von der Hinterkante aus) weggeschnitten. Für einige Vergleichsversuche wurden auch Randkappen normaler Bauart (durchgehend halbkreisförmig) bereitgelegt. Bild 1 und 2 zeigen den für selbsttätiges Absaugen hergerichteten Flügel.

Die Messungen wurden in einem kleinen Windkanal der AVA (Düsenabmessungen 0,68 . 1,01 m) durchgeführt. Die Kräfte wurden mit einer 2 - Komponenten-Schneidenwaage ermittelt.

#### 4.) Auswertung.

Die Auswertung der Messwerte wurde in üblicher Weise durchgeführt. Ermittelt wurden die Werte  $c_a = \frac{A}{q_\infty \cdot F}$ ,  $c_{w_p} = \left( \frac{W}{q_\infty \cdot F} - c_{w_A} - c_{w_{iK}} - c_{w_i} \right)$ , sowie der Wert  $c_p = \frac{p}{q_\infty}$ . Darin ist p der an der in Bild 4 angegebenen Stelle gemessene örtliche statische Druck. Der Anstellwinkel wurde unter Berücksichtigung der Glauertschen Korrekturen für einen Rechteckflügel auf die Flügelstreckung  $\Lambda = \infty$  umgerechnet.

#### 5.) Ergebnisse.

Das Bild 3 zeigt die Kurven  $c_a$  über  $\alpha_\infty$ . Die Kurve für  $\eta = 0^\circ$  ist in den beiden Bildhälften die gleiche; (über den Einfluss des undichten Absaugeschlitzes bei  $\eta = 0$  werden unten noch einige Ergebnisse mitgeteilt), es ist die für die Messung mit geschlossenem Spalt. Durch die selbsttätige Absaugung verlaufen die mit ausgeschlagener Klappe gemessenen  $c_a(\alpha_\infty)$  - Kurven im mittleren  $c_a$  - Bereich mit grösserer Steigung als ohne Absaugung. Die im rechten Teil des Schaubildes eingetragenen  $c_a(\alpha_\infty)$  - Kurven haben dort ein  $\frac{d c_a}{d \alpha_\infty}$  bis zu 0,14. Nach der Theorie durfte man für einen Flügel dieser Dicke nur  $\frac{d c_a}{d \alpha_\infty} = 0,124$  erwarten. In diesem Bereich nimmt die

Absaugewirkung besonders stark zu und somit wird mit wachsendem Anstellwinkel die Strömung an der Klappe zunehmend verbessert.

Ein ungefähres Mass für die Absaugewirkung hat man in dem Unterdruck, der auf der Schnittfläche der Randkappe herrscht, Abhängig von dessen massfreiem Beiwert  $c_p = \frac{p}{\rho q_\infty}$  ist in Bild 4 der Auftriebsbeiwert  $c_a$  dargestellt. Bis  $c_a = 0$  bewegt sich dieser Druck in der Grössenordnung  $-0,3 \div -0,5 q_\infty$ . Ueber  $c_a = 0,5$  wird dann die Abhängigkeit des "Saugdruckes" von  $c_a$  sehr merklich. Der Druck bei  $\eta = 0$  wurde bei geschlossenem Absaugeschlitz gemessen, die anderen Werte bei laufender Absaugung, d.h. offenem Absaugeschlitz.

Der  $c_a$  - Wert bei gleichem Klappenwinkel und gleichem Anstellwinkel  $\alpha_\infty$  wird durch die Absaugung um Beträge bis zu  $\Delta c_a = 0,3$  erhöht. Der Wert  $c_{a \max}$  bei  $\eta = 70^\circ$  steigt von 1,64 auf 1,800. Bei  $\eta = 0^\circ$  ohne Absaugung wird ein  $c_{a \max} = 1,1$  erreicht. Die Erhöhung von  $c_{a \max}$  beträgt demnach mit Absaugung  $\Delta c_{a \max} = 0,62$  (ohne Absaugung 0,46). Dieser an sich für eine nur 5 o/o tiefe Klappe beachtliche Wert wird aber möglicherweise bei höherer Reynoldsscher Zahl noch ansteigen. Um einen Ueberblick über die zu erwartende  $c_a$  - Steigerung mit wachsender Re-Zahl zu erhalten, wurden in Bild 5 die zugänglichen Messergebnisse an einer 5 o/o tiefen Spreizklappe eingetragen. Die eigenen Ergebnisse ohne Absaugung wurden so bewertet, als hätte die Klappe wie eine Spreizklappe gewirkt. Der entsprechende Messpunkt mit Absaugung wurde ebenfalls eingetragen. Aufgetragen ist  $\Delta c_{a \max}$  über der Re-Zahl. Legt man den gleichen Anstieg des Wertes  $\Delta c_{a \max}$  in Abhängigkeit von der Re-Zahl zu Grunde wie er bei Spreizklappen eintritt, so könnte man mit der selbsttätig abgesaugten Klappe bei  $Re = 3,5 \cdot 10^6$  ein  $\Delta c_{a \max}$  von 0,73 erwarten. Im Schaubild ist zum Vergleich auch die  $\Delta c_{a \max}$  - Linie des Profils 23012 mit einer 20 o/o tiefen Spaltklappe eingetragen. (Diese wurden dem NACA - Rep. 586 entnommen).

In Bild 6 sind die Polaren  $c_w$  ( $c_a$ ) aufgezeichnet. Es ist bei allen Klappenwinkeln eine beachtliche Verringerung des Profilwiderstandes durch die selbsttätige Absaugung festzustellen. Bei grossen Klappenwinkeln ist sogar bei  $c_a = 0$

ein merklicher Widerstandsgewinn zu beobachten. Die Absaugwirkung kommt in diesem Falle vermutlich durch den Unterdruck hinter der abgeschnittenen Randkappe zustande.

In Bild 7 wird der Einfluss der Randkappenform auf die Ergebnisse gezeigt. Um günstig absaugen zu können, benötigt man an der Randkappe eine ausreichende Saugfläche. Ausserdem ist es wahrscheinlich günstig, wenn der Randwirbel über dem Ausschnitt der Randkappe liegt. Diese durch die Absaugung bedingte Form der Randkappe verhindert, im Gegensatz zu der Randkappe normaler Bauart (in allen Schnitten halbkreisförmig mit der halben Profildicke als Radius), dass die Randwirbel sich nach der Flügelmitte zu verlagern. Dies tritt im Messergebnis deutlich hervor. Der Flügel mit der Absaugerandkappe hat bei  $c_a$  - Werten über  $c_a = 0,3$  wegen der günstigen Wirbellege einen scheinbar kleineren Profilwiderstandsbeiwert. Bei  $c_a = 0$  ist der Profilwiderstand mit der Absaugekappe grösser als mit einer normalen Randkappe. (Es war bei der Absaugekappe bereits der Absaugeausschnitt angebracht). Dies Ergebnis bestätigt das einer ähnlichen Untersuchung über den Einfluss der Randkappenform an den Profilen 2412 und G8 624 [3].

Das Schaubild enthält eine weitere Kurve, die bei nicht dichtigem Absaugeschlitz gewonnen wurde. Die Undichtigkeit war nicht gleichmässig über die Spannweite verteilt. Es ergaben sich trotzdem im  $c_a$  max und im Profilwiderstandsverlauf  $\frac{c_a}{d}$  geringe Vorteile. Beachtlich ist die Steigerung des Wertes  $\frac{c_a}{d}$ . Eine genauere Untersuchung der Verhältnisse war wegen der Kleinheit des Modelles nicht einwandfrei möglich.

Das Bild 8 zeigt einen Vergleich über den Einfluss der Randkappenform bei  $\eta = 60^\circ$ . Auch hier ergeben die Messungen mit einer normalen Randkappe die ungünstigsten Werte. Schon der offene Absaugeschlitz bringt bei der Messung mit normaler Randkappe im Widerstand und Auftrieb einen Vorteil. Mit der Absaugerandkappe erhält man die bei  $\eta = 0$  beschriebene günstige Wirkung auf die Lage der Randwirbel. Demgemäss ist der Profilwiderstand im oberen  $c_a$  - Bereich wesentlich geringer als mit normaler Randkappe. Mit geöffnetem Luftdurchfluss erhält man erheblich kleinere Profilwiderstände und höhere  $c_a$  max - Werte. Nimmt man den Wert mit normaler Randkappe und geschlossenem Ab

saugeschlitz als Ausgangswert, so ist eine  $c_{a \max}$ -Steigerung von  $\Delta c_{a \max} = 0,3$  erreicht worden.

### Vergleich der Versuchsergebnisse mit der Theorie und anderen Versuchen.

Die Wirksamkeit einer Klappe wird durch den Wert  $d\alpha/d\eta$  gekennzeichnet. Der theoretische Wert beträgt bei einer 5 o/o tiefen Ruder  $\frac{d\alpha}{d\eta} = -0,29$  [4]. Die theoretischen Werte können, wie die Arbeiten von G ö t h e r t zeigen [5], bei grossen Rudertiefen (20 o/o der Flügeltiefe) und kleinen Klappenwinkeln  $\eta$  auch gut erreicht werden. Mit abnehmender Klappentiefe jedoch werden die theoretischen Werte in immer geringerem Masse erreicht. In Bild 9 wurden die zu den  $\eta$ -Werten gehörigen  $\frac{\Delta\alpha}{\Delta\eta}$ -Werte aufgetragen. Diese müssten nach der Theorie (ohne Grenzschicht) unabhängig von  $\eta$  immer den Wert  $\frac{d\alpha}{d\eta} = -0,29$  erreichen. Wie das Schaubild zeigt, wird abhängig von  $c_a$  und  $\eta$  im Mittel nur etwa 30 und 40 o/o des theoretischen Wertes erreicht. Gekreuzt eingezeichnet ist die entsprechende Kurve aus den Messungen von G ö t h e r t, bei  $c_a = 0$  entnommen [Modell C ( $t_R/t = 0,05$ )]. Diese verläuft bis zu  $\eta = 40^\circ$  bei günstigeren Werten  $\frac{\Delta\alpha}{\Delta\eta}$  als die vorliegende Messung. Die Götthertschen Messungen wurden bei etwa doppelter Re-Zahl durchgeführt, so dass eine bessere Ruderwirksamkeit zu erwarten ist. Dass bei Werten über  $\eta = 40^\circ$  die vorliegende Messung etwas günstigere Werte ergibt, mag daher kommen, dass bei den Messungen ohne Absaugung der Absaugeschlitz nicht verschlossen wurde, sondern nur der Luftdurchfluss zur Randkappe. Dadurch ist eine absaugende Wirkung wegen des Unterdruckberges zum Flügelende hin immer noch möglich [5]. (Im Bild 8 tritt diese Absaugewirkung im Flügel selbst deutlich hervor).

Zum weiteren Vergleich des Wertes  $\frac{\Delta\alpha}{\Delta\eta}$  über  $\eta$  sind die aus einer NACA - Messung (Rep. 679) für eine 10 o/o tiefe Wölbungs- und eine ebenso tiefe Spaltklappe entnommenen entsprechenden Werte eingetragen. Die Abnahme der Ruderwirkung mit  $\eta$  ist deutlich. Weiter sind die entsprechenden Werte für eine 5 o/o und 10 o/o tiefe Spaltklappe eingetragen.

In der rechten Hälfte des Schaubildes sind die Werte des Flügels mit selbsttätiger Absaugung dargestellt. Die er

hebliche Steigerung der Ruderwirkung mit zunehmendem Auftriebsbeiwert tritt deutlich hervor. Sie erstreckt sich bei  $c_a = 1$  über den ganzen Klappenwinkelbereich. Die Wirkung übertrifft die der 10 o/o tiefen NACA - Wölbungsklappe und erreicht fast die der 10 o/o tiefen Spaltklappe.

Die gemessenen Werte für  $c_{a \max}$  und  $c_{w_p \min}$  bei  $\eta = 0^\circ$  entsprechen den Werten, die man bei dieser Re-Zahl erwarten darf.

Den Widerstandsanstieg bei  $c_a = 0$  durch den Klappenausschlag ersieht man aus dem Bild 10. Er ist mit Absaugung geringer als ohne Absaugung. Das Ergebnis ist mit dem Widerstandsanstieg verglichen, der nach einer NACA - Messung beim Ausschlagen einer 5 o/o tiefen Spreizklappe am Profil 23012 auftritt. Die NACA - Messung ergibt eine grössere Widerstandszunahme. Vermutlich liegen die Werte der vorliegenden Messung schon deshalb günstiger, weil der Absaugeschlitz ohne Absaugung offen war. Wie erwähnt, findet hierbei schon eine leichte Absaugung statt. Ein Vergleich der Widerstandszunahme bei  $c_a = 1$  ist nicht möglich, da keine Messung bei  $\eta = 0^\circ$  mit und ohne Absaugung durchgeführt wurde (bei  $\eta = 0^\circ$  war der Absaugeschlitz zu). Dass sich bei  $\eta = 0^\circ$  für hohe  $c_a$  - Werte ein günstigerer Widerstandsverlauf ergeben hätte als er in Bild 6 dargestellt ist, darf man aus dem Bild 7 (Messung mit undichtem Spalt schliessen).

#### 6.) Vergleich der Messergebnisse mit Absaugemessungen zur Abschätzung der Saugmenge der Randkappe.

Aus den Messergebnissen kann man ungefähr abschätzen, wie gross die Absaugemenge ist, die man mit Randkappen fördern kann. In Bild 11 ist der  $c_a$  ( $c_Q$ ) - Verlauf für drei Messungen am Flügel 23015 mit Absaugeklappen aufgezeichnet [1], [6], [7]. Die Absaugeklappen hatten die Tiefe 0,2 l, 0,1 l, 0,08 l. Der Klappenausschlag betrug in allen drei Fällen  $\eta = 45^\circ$ . Man sieht, dass der Mengenbedarf zur Erzielung eines  $\Delta c_a$  bis zu 0,3 unabhängig von der Klappentiefe ist. Da  $\Delta c_a = 0,3$  erreicht wurde, kann man annehmen, dass der Mengenbeiwert bei der Kappen  $c_Q = 0,003 \div 0,0035$  betrug.



Trägt man die für Best- $c_Q$ -Werte notwendigen  $c_p$ -Werte auf (Bild 11), so kann man aus dieser Auftragung ablesen, dass für einen  $c_Q$ -Wert von  $c_Q = 0,003 \div 0,0035$  ein  $c_p$ -Wert von  $c_p = -1,4 \div -1,6$  benötigt wird. Dieser Wert wurde auch im Versuch erzielt.

Aus dieser wohl rohen Betrachtung, die sich mangels umfangreicheren Versuchsmaterials nicht sauberer durchführen lässt, ergibt sich somit, dass der Mengenbeiwert einer Randkappe bei einer Flügelstreckung  $\Lambda = 4$  etwa

$$c_Q = 0,0015 \div 0,00175$$

beträgt. Der maximal erreichbare Druckbeiwert dürfte bei

$$c_p = -1,4 \div -1,7$$

liegen.

### 7.) Zusammenfassung.

Die selbsttätige, durch die Randwirbel betriebene Absaugung reichte aus, um an einem Flügel vom Profil 23015 mit einer 5 o/o tiefen Klappe wesentliche Verbesserungen der Klappenwirkung hervorzurufen. Der Unterschied im  $c_a$  mit und ohne Absaugung wächst mit  $c_a$  und beträgt im Höchsfalle  $\Delta c_a = 0,3$ . Der Profilwiderstand nimmt durch die Absaugung bei allen Klappenausschlägen im oberen  $c_a$ -Bereich ab, bei grossen Klappenausschlägen über den gesamten Bereich.

Die Ruderwirkung, gekennzeichnet durch den Wert  $\frac{\Delta \alpha}{\Delta \eta}$ , wird bei  $c_a = 0,5$  wesentlich verbessert. Bei  $c_a = 1$  erreicht man die Werte, die man normalerweise mit einer 10 o/o tiefen Wölbungsklappe erreicht.

Durch Vergleich mit Absaugemessungen kann geschlossen werden, dass mit einer Randkappe und bei einer Flügelstreckung  $\Lambda = 4$  ein Mengenbeiwert  $c_Q = \frac{Q}{v \cdot F} = 0,0015 \div 0,00175$  gefördert werden kann. Der Druckbeiwert stieg je nach dem  $c_a$ -Wert bis  $c_p = \frac{p}{q_\infty} = -1,7$  an.

8.) Schrifttum.

- [1] W. S c h w i e r , Absaugversuche an einem Flügel mit einem Querruder geringer Tiefe, FB 1579,
- [2] B. R e g e n s c h e i t , Versuche zur Verringerung des Tragflügelwiderstandes durch selbsttätige Absaugung, FB 1673,
- [3] B. R e g e n s c h e i t , Untersuchungen über den Einfluss der Randkappenform auf die Tragflügelmessergebnisse (erscheint demnächst in den Technischen Berichten),
- [4] W. W e i n b e r g e r , Auftrieb und Moment von Leitwerksprofilen endlicher Dicke verschwindenden Spalts, Lufo Bd. 17-1940 S. 3,
- [5] R. G ö t h e r t , Systematische Untersuchung an Klappen und Hilfsklappen, J.d.d.L. 1940,
- [6] B. R e g e n s c h e i t , Absaugeklappenflügel 23015, FB 1591,
- [7] B. R e g e n s c h e i t , Messung am Absaugeklappenflügel NACA 23015 mit 10 und 15 o/o Klappentiefe, FB 1763.

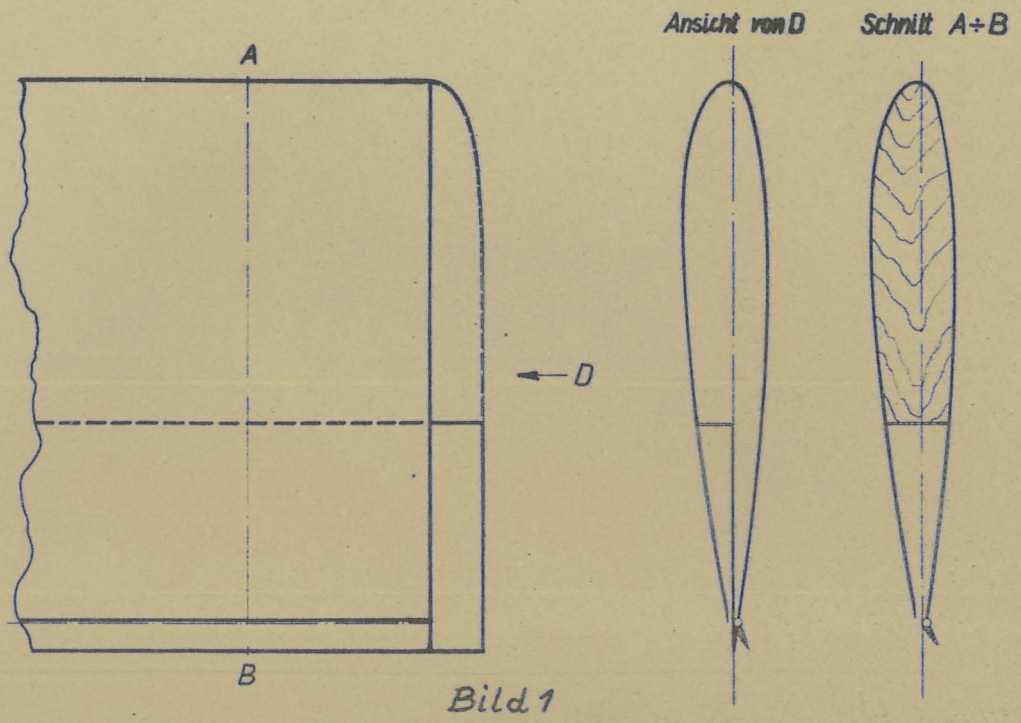


Bild 2

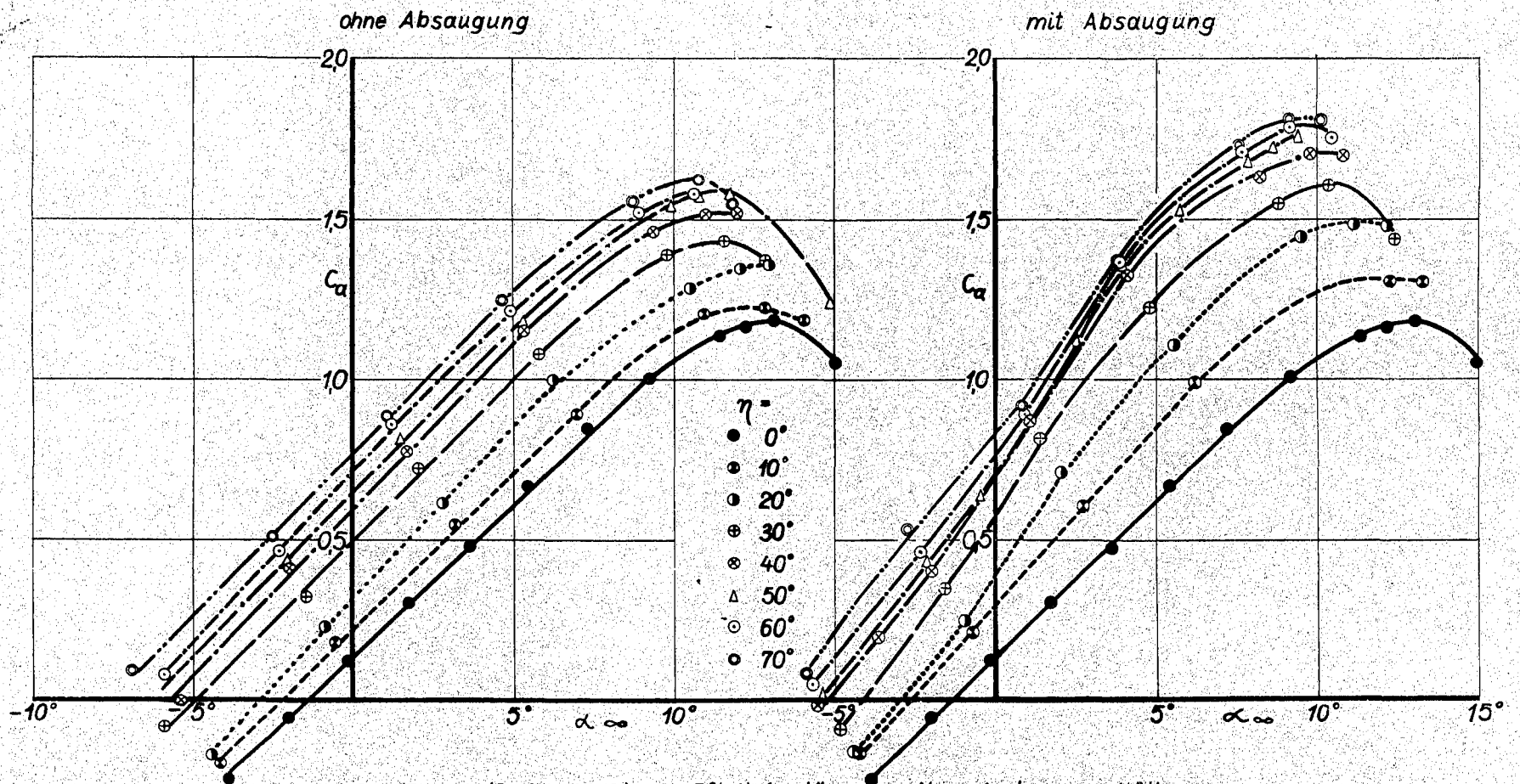


Bild 3: Flügel (Profil 23015) mit 5% tiefer Klappe mit und ohne selbsttätige Absaugung durch den Randwirbel

mit Absaugung

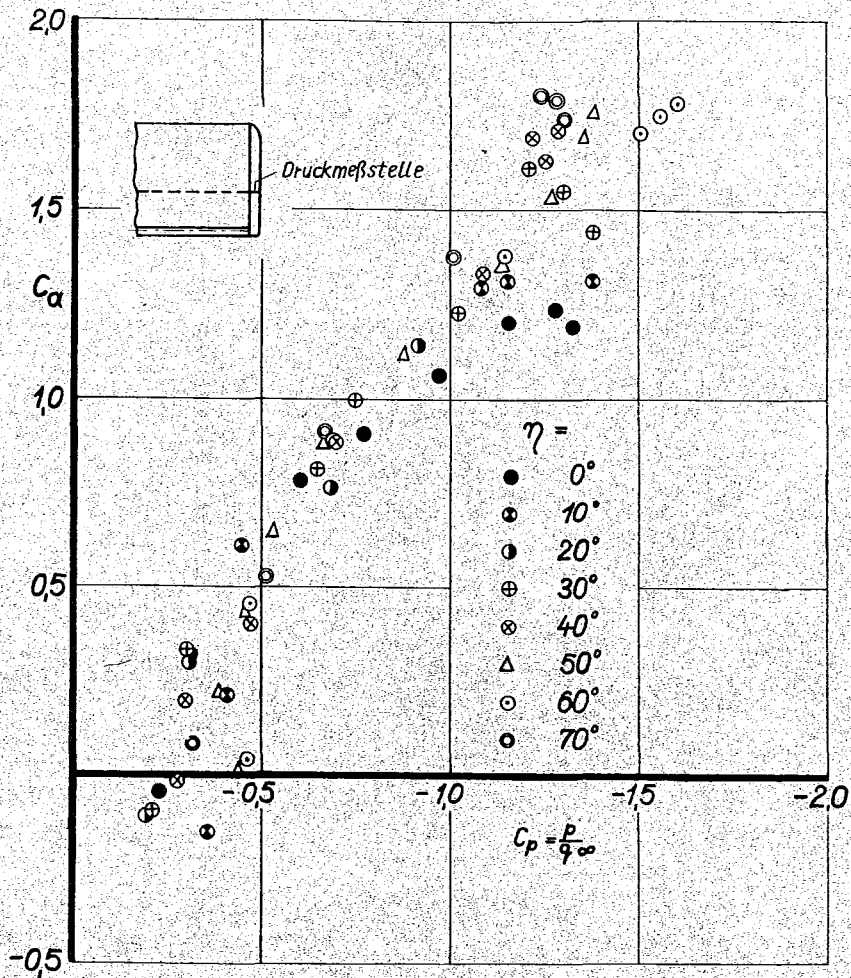


Bild 4. Flügel (Profil 23015) mit 5% tiefer Klappe  
Auftriebsbeiwert in Abhängigkeit vom Druckbeiwert.

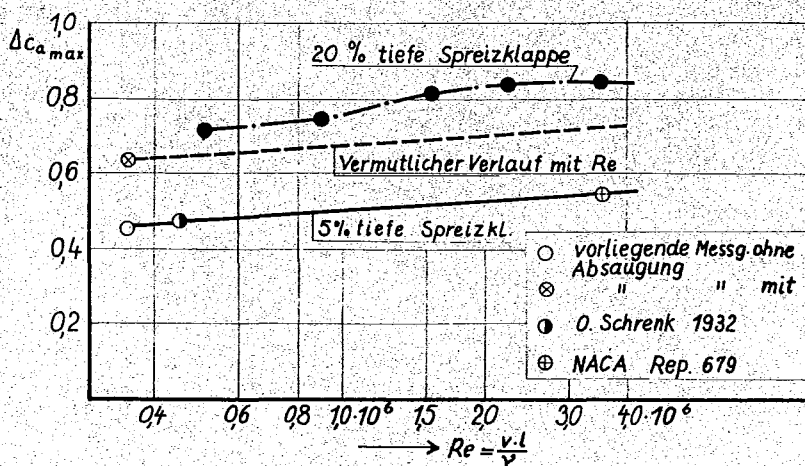


Bild 5  
Änderung des Wertes  $\Delta c_{\alpha \max}$  mit der Re-Zahl

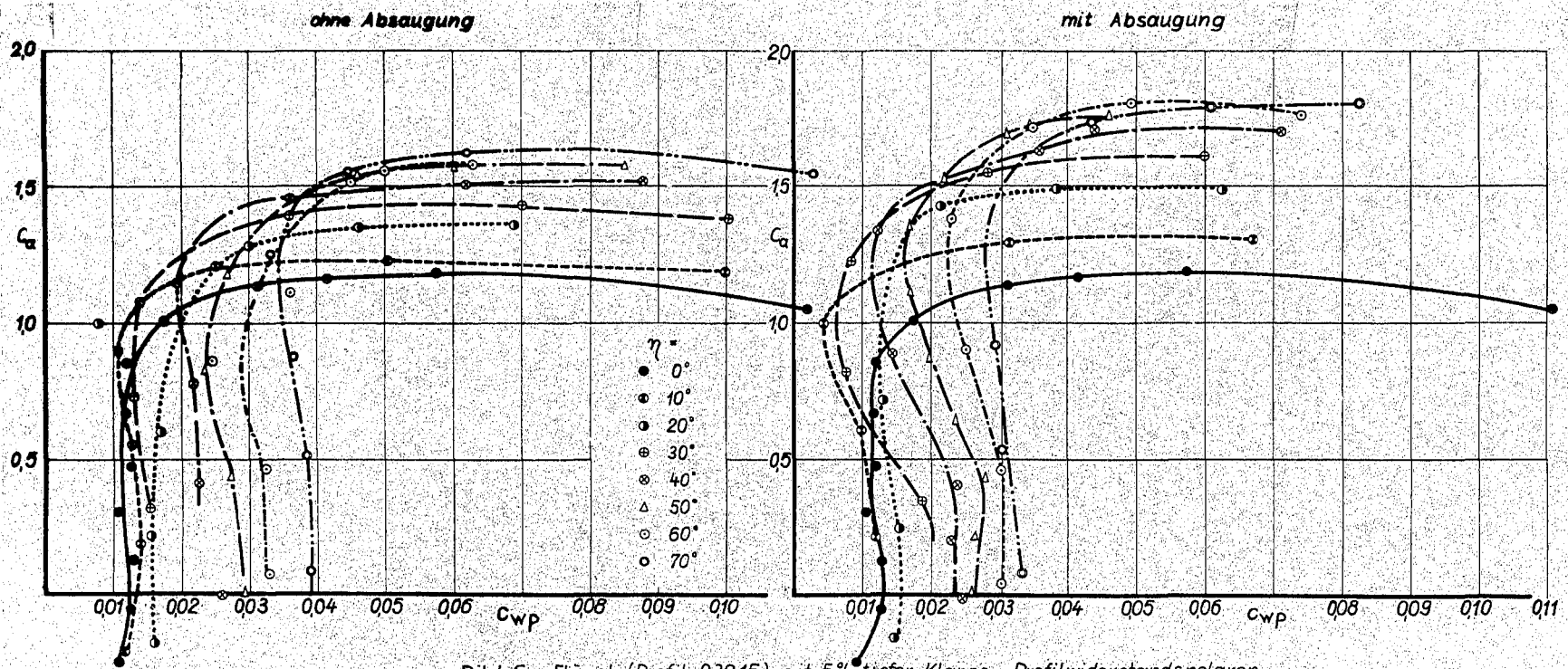


Bild 6. Flügel (Profil 23015) mit 5% tiefer Klappe. Profilwiderstandspolaren bei verschiedenen Klappenwinkeln  $\eta$  mit und ohne selbsttätige Randwirbelabsaugung  $Re = 0,35 \cdot 10^6$

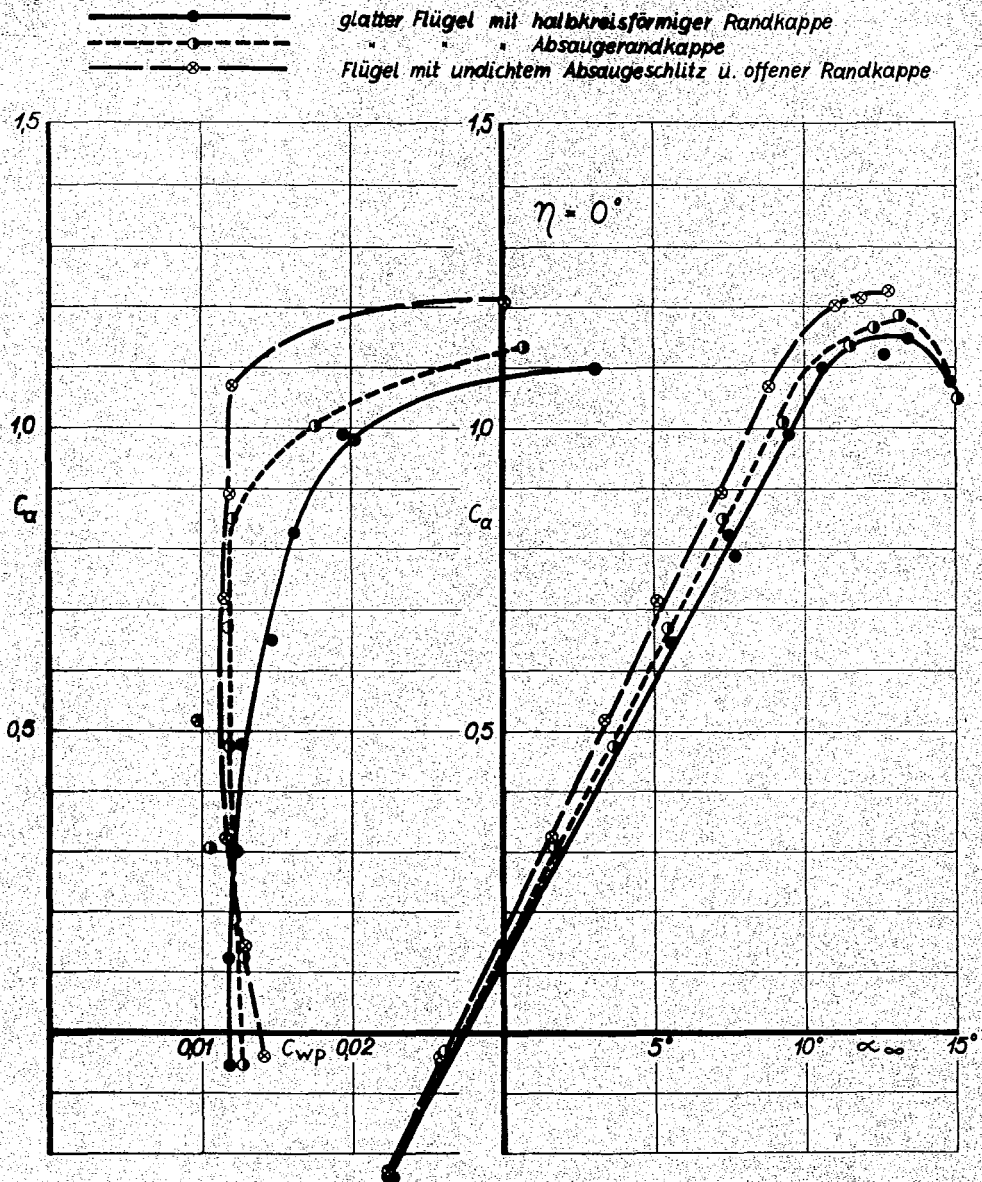


Bild 7: Flügel 23015 mit 5% tiefer Klappe  $\eta = 0^\circ$ . Einfluß der Randkappenform auf die Ergebnisse ohne Absaugung

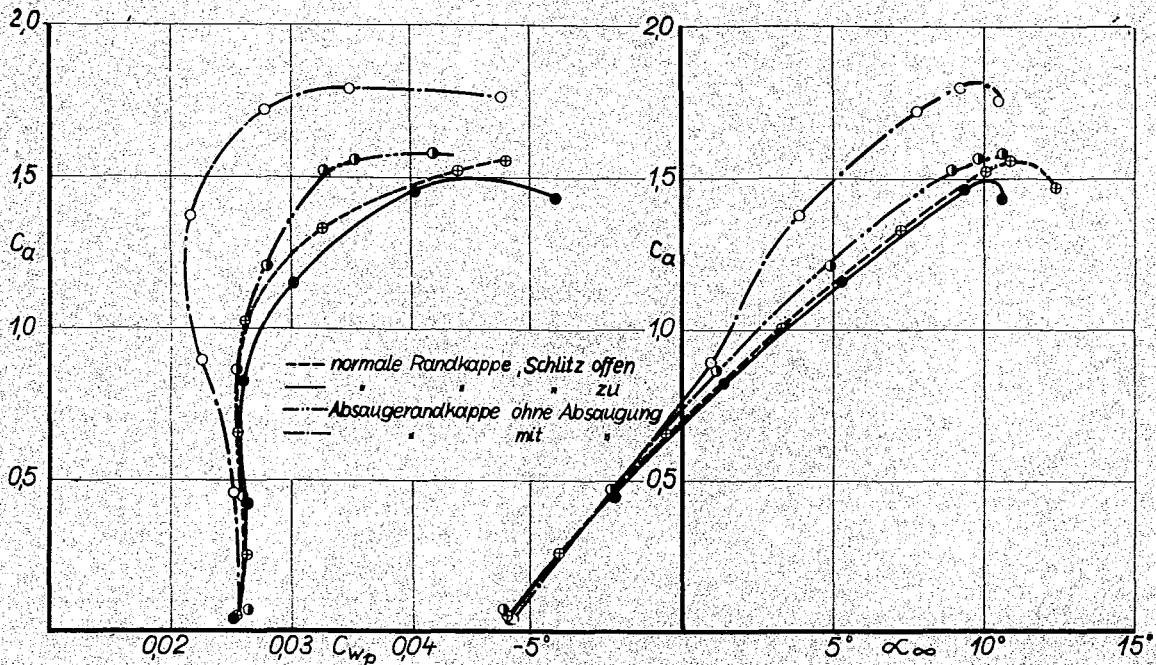


Bild 8: Einfluß der Randkappenform und der Absaugung durch den Randwirbel auf die Flügelbeiwert:  $\eta = 60^\circ$

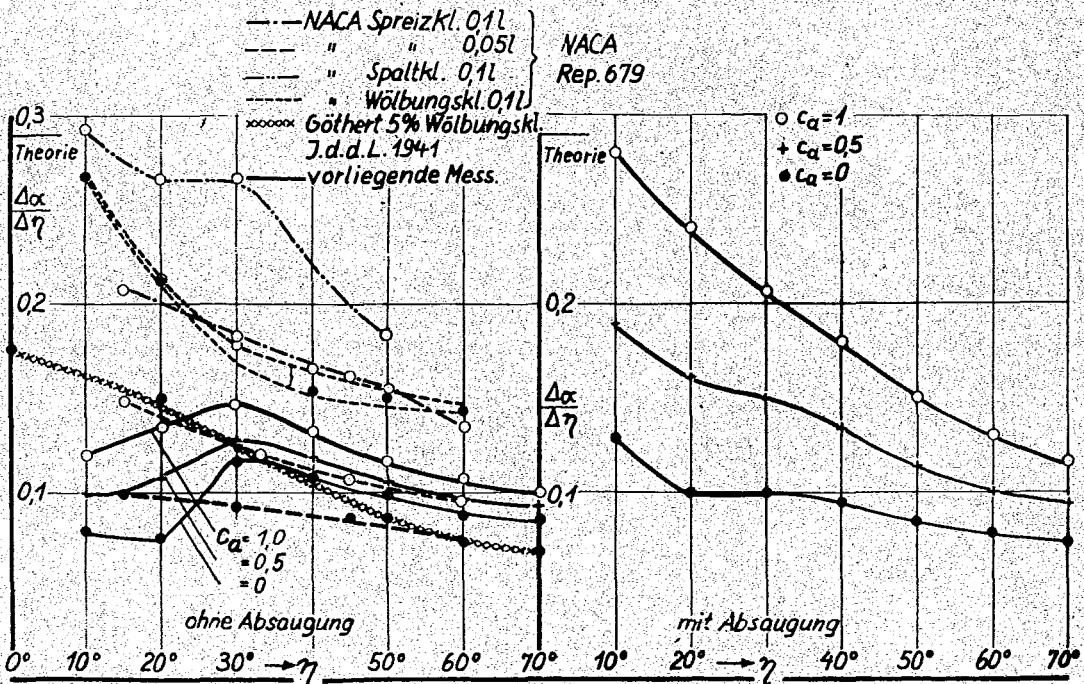


Bild 9: Flügel 23015 mit 5% tiefen Ruder und selbsttätiger Randwirbelabsaugung  
 Ruderwirkung  $\frac{\Delta \alpha}{\Delta \eta}$  in Abh. von  $\eta$ .



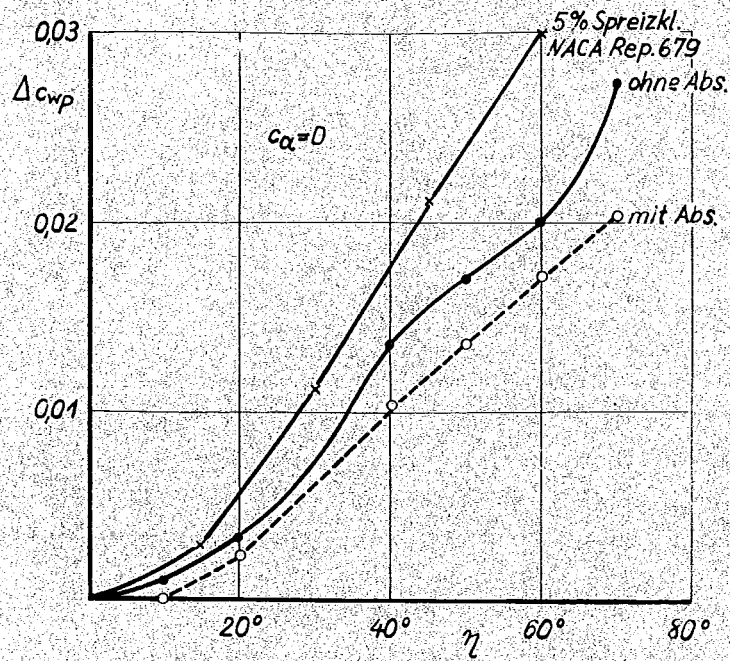


Bild 10  
Flügel 23015 mit selbsttätiger Absaugung durch die Randumströmung. Widerstandszunahme durch den Klappenausschlag

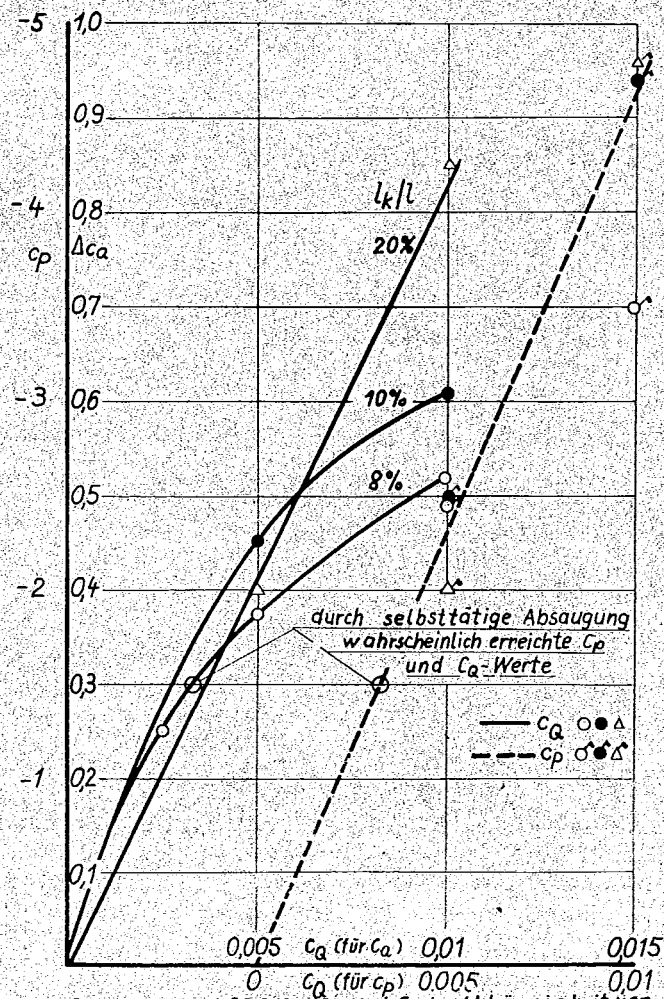


Bild 11: Flügel 23015,  $\Delta c_a$  und  $c_p$  in Abhängigkeit von  $c_a$  aus Messungen mit verschiedener Klappentiefe und nicht selbsttätiger Absaugung entnommen,  $\eta = 45^\circ$