Bemerkung zur Abhängigkeit der Polare c_n (c_t) vom Seitenverhältnis des Flügels.

Uebersicht: Mit dieser kleinen Bemerkung soll die Aufmerksamkeit auf eine einfache Tatsache der klassischen Tragflügeltheorie gelenkt werden, die vielleicht bei manchen Ueberschlagsrechnungen von Nutzen sein kann: Die Polare c_n (c_t) ist praktisch vom Seitenverhältnis des Flügels unabhängig.

Der Bericht umfaßt:
4 Seiten Text,
1 Abbildung.

INSTITUT FUER THEORETISCHE AERODYNAMIK.

Der Leiter:
i.V.
F. Riegels
F. Riegels.

Der Bearbeiter:
D. Küchemann
D. Küchemann.

Man hat frühzeitig bemerkt, daß die übliche Polare c_a (c_w) vom Seitenverhältnis [1] $\lambda = \frac{F}{b^2}$ des Flügels abhängig ist und unter der Voraussetzung elliptischer Auftriebsverteilung die bekannten ~~Untersuchungs~~ Umrechnungsformeln entwickelt, die in den meisten praktisch vorkommenden Fällen ausreichen, wie Messungen [2] zeigen. Wir wollen nun zeigen, daß unter derselben Voraussetzung elliptischer Auftriebsverteilung in den Zusammenhang zwischen dem Normalkraftsbeiwert c_n und dem Tangentialkraftsbeiwert c_t das Seitenverhältnis nicht eingeht. Zwischen dem Auftrieb und dem induzierten Widerstand besteht die bekannte Beziehung

$$c_{wi} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot c_a^2$$

in welche das Seitenverhältnis λ als Faktor eingeht. Außerdem ist bei elliptischer Auftriebsverteilung

$$c_a = \frac{2\pi\sigma}{1+2\lambda\sigma} \cdot \alpha$$

wobei

$$\sigma = \frac{1}{2\pi} \cdot \left(\frac{dca}{d\alpha}\right)_{\lambda = 0}$$

gesetzt ist. (Bei der ebenen Platte ist $\sigma = 1$, für Profile im allgemeinen etwas kleiner als 1). Wir wollen nun in diese Beziehungen c_n und c_t einführen. Unter den üblichen Vernachlässigungen gilt:

$$c_n = c_a + c_w \cdot \alpha$$

$$c_t = -c_a \cdot \alpha + c_w \qquad ;$$

---

1) Wir rechnen mit λ statt mit $\Lambda = b^2/F$, weil sich so übersichtlichere Formeln ergeben.

2) Siehe I. Lieferung, Seite 50.

AVA Nr. 101. 5. 39. 5000

damit wird, wenn $c_w = c_{wi} + c_{wp}$ gesetzt wird:

$$c_n = \frac{2\pi\sigma}{1+2\lambda\sigma}\alpha + \frac{4\pi\lambda\sigma^2}{(1+2\lambda\sigma)^2}\alpha^3 + c_{wp} \cdot \alpha$$

$$(1) \qquad c_n \approx \frac{2\pi\sigma}{1+2\lambda\sigma}\alpha + c_{wp} \cdot \alpha$$

unter der üblichen Beschränkung auf kleine Anstellwinkel.

Für c_t erhalten wir

$$c_t = -\frac{2\pi\sigma}{1+2\lambda\sigma}\alpha^2 + \frac{4\pi\lambda\sigma^2}{(1+2\lambda\sigma)^2}\alpha^2 + c_{wp}$$

$$(2) \qquad c_t = -\frac{2\pi\sigma}{(1+2\lambda\sigma)^2}\alpha^2 + c_{wp}$$

Eliminieren wir α aus den Formeln (1) und (2), ergibt sich:

$$c_t = -\frac{1}{2\pi\sigma} \cdot c_n^2 \cdot \left[\frac{1}{1+c_{wp}\frac{1+2\sigma\lambda}{2\pi\sigma}}\right]^2 + c_{wp}$$

Da nun der Ausdruck

$$c_{wp} \cdot \frac{1+2\sigma\lambda}{2\pi\sigma}$$

im allgemeinen klein gegen 1 ist,

(für $\sigma = 1$; $\lambda = 0{,}2$; $c_{wp} = 0{,}06$ ergibt sich $c_w \cdot \frac{1+2\sigma\lambda}{2\pi\sigma} = 0{,}013$)

können wir schreiben:

$$(3) \qquad c_t = -\frac{1}{2\pi\sigma} c_n^2 + c_{wp}$$

eine Beziehung, in welcher das Seitenverhältnis nicht mehr auftritt.

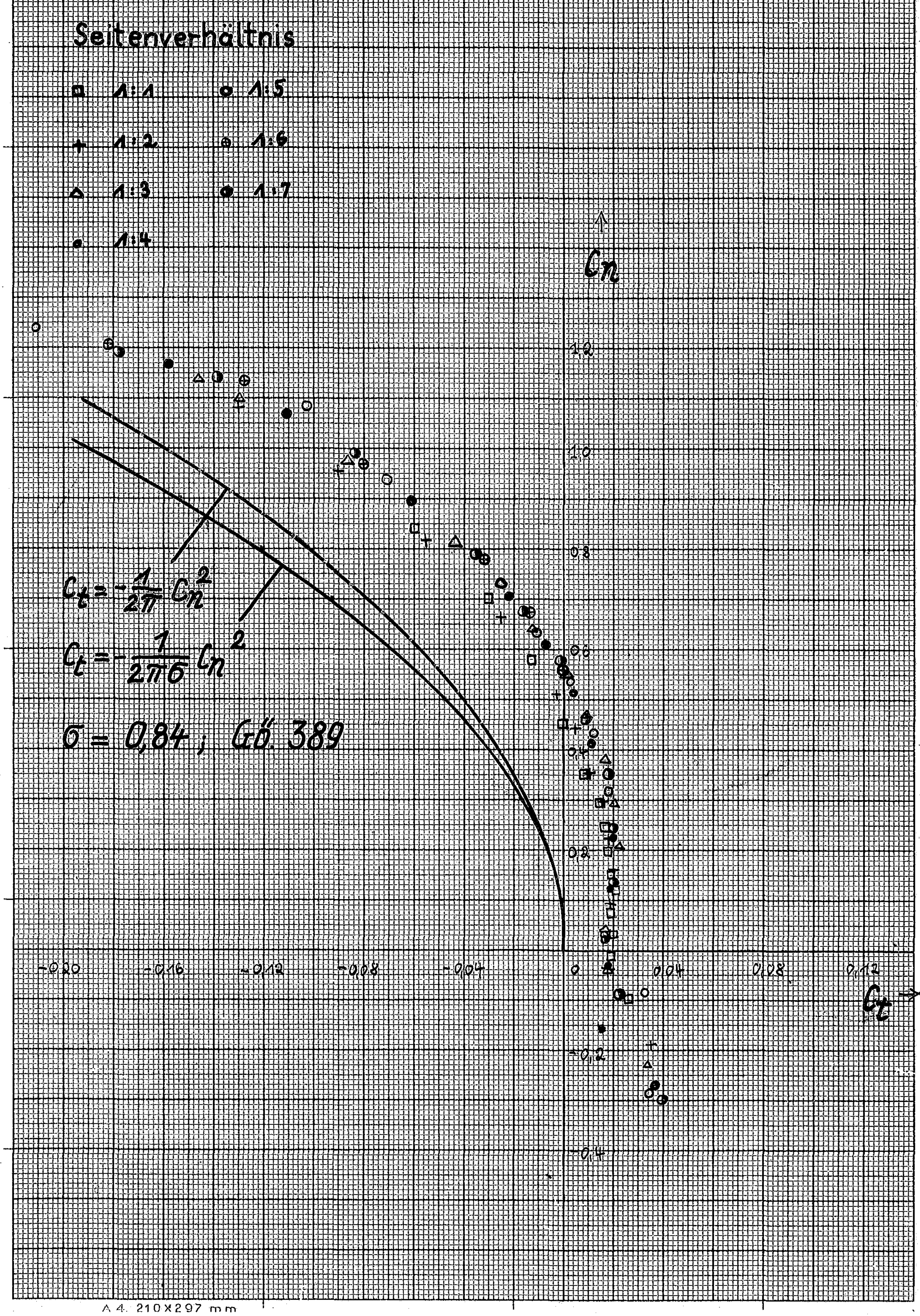
Die bekannten Messungen aus der I. Lieferung[1] (S. 50) bestätigen die Richtigkeit dieser Beziehung bis zum Seitenverhältnis 1:3 herunter (siehe Abbildung).

---

1) vgl. auch: L. Prandtl, Abriss S. 152
Prandtl-Tietjens, Hydro- und Aeromechanik Bd. II. S. 221.

Aerodynamische Versuchsanstalt Göttingen E.V.

Kurvenblatt Nr. 1 Tabellenblatt Nr. Datum: 2.2.40 Zeichner: Wg.



A 4 210×297 mm