

Phase bequemere Art erfolgen lassen, indem das Modell normal, also nicht schwanzlastig getrimmt ist und man durch Ziehen des Knüppels das Hochziehen herbeiführt. Es hat jedoch den Anschein, daß bei der schwanzlastigen Trimmung, wo das Modell das Hochziehen von selbst ausführt, dieses Hochziehen gleichmäßiger und effektiver ausfällt.

Und noch eine andere augenfällige, mit dem geschilderten instationären Höhengewinn aerodynamisch wahrscheinlich zusammenhängende Erscheinung beim Stockfish bleibe nicht unerwähnt: Wird das Modell überzogen, daß der Strömungsabriß erfolgt, so kann das Modell schon nach nur 1-2 m Sturzflug durch kräftiges Ziehen wieder in die Waagerechte gelegt werden und kann normal mit bestem Sinken weitergeflogen werden. Soweit die Praxis. Zur Deutung seien die folgenden Gedanken gestattet. Beim Messen im Windkanal kann bei Erreichen des Abreißpunktes eines Tragflügels zweierlei Verhalten der Strömung beobachtet werden:

1. Wird der Flügel vorsichtig ganz langsam hochgezogen, kann er bis auf Bruchteile eines Grades an den Anstellwinkel des Abreißens gebracht werden und die Strömung bleibt anliegend. In dieser Situation genügt aber oft schon eine Handbewegung, sogar außerhalb des Strahles des Windkanals lautes Sprechen oder Pfeifen, und die Strömung reißt schlagartig ab.

2. Ganz anders beim raschen Hochziehen. Hierbei bleibt die Strömung über den normalen Abreißanstellwinkel hinaus noch einige Sekunden anliegen. Es wurden bei diesem instationären Vorgang um 30-50 % höhere C_a -Maximal-Werte als normal gemessen. Dieser überhöhte Auftrieb wird dynamischer Auftrieb genannt. Diese Situation des überhöhten, des dynamischen Auftriebs entspricht jener Phase des instationären Hochziehens beim Stockfish.

Auch bei einem anderen Vorgang zeigt die Strömung ähnliches Verhalten, indem sie eine gewisse Zeit zum Abreißen braucht. Wird nämlich bei einem Profil mit großer Oberseitenwölbung, welches normalerweise an der Oberseite abgelöst ist, die Strömung durch Absaugung zum Anliegen gebracht, so dauert es 5-7 Sekunden, bis nach Aufhören des Absaugvorgangs die Strömung wieder auf den voll abgelösten Zustand zurückgeht.

Bei Vergleichsflügen des Stockfish mit Seglern mit besten Konkavprofilen und der gleichen geringen Sinkgeschwindigkeit war auffallend, wieviel langsamer der Stockfish im stationären Flug war. Dies läßt auf einen hohen Auftriebswert schließen, da die Flächenbelastung gleich hoch war.

Trotz der geringen Fluggeschwindigkeit wird infolge der großen Flächentiefe doch noch eine größere Re-Zahl erreicht. Es ist die

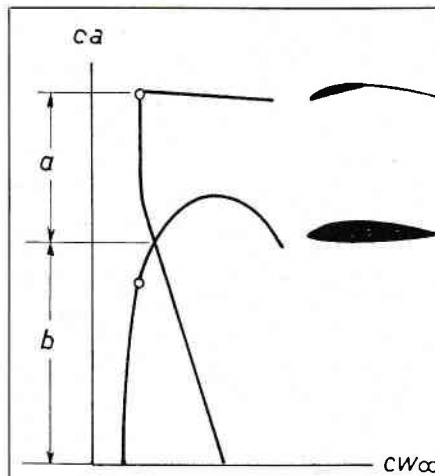


Abb. 4: a = Bereich der Überlegenheit des Vogelprofils, b = Bereich der Überlegenheit des Konvexprofils.

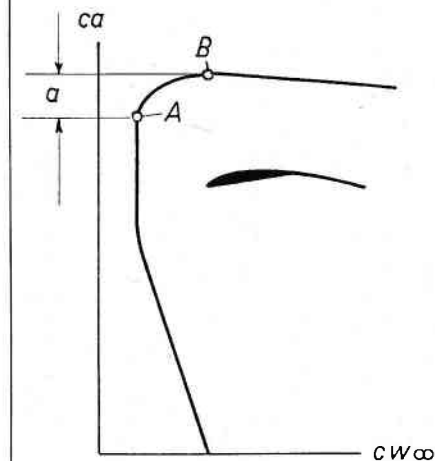


Abb. 6: A = Punkt geringsten Sinkens, B = ca max, a = heruntergetrimmt.

auch beim Vogelprofil vorliegende auffällige Erscheinung, daß im Re-Bereich von etwa 50 000-200 000 bei steigendem Re das C_a -Max. und im Gefolge die Beststeigzahl sich außergewöhnlich verbessern. Dies wäre mit ein Grund für die geringe Streckung der Landsegelvögel.

Noch ein Wort zur Lage der Beststeigzahl. Im stationären Flug liegt, wie gesagt, der Punkt geringsten Sinkens unmittelbar vor dem Abreißen, so daß daraus – und aus schnelleren Flügen – der für das vorliegende extreme Vogelprofil so typische Polarenverlauf ersichtlich wird. Die Möglichkeit des so raschen Abfangens nach Strömungsabriß deutet darauf hin, daß keine Hystereseerscheinungen beim Wiederanlegen der Strömung auftreten und daß nach Überschreiten des C_a -Max. zunächst geringer Auftriebsabfall eintritt (Abb. 5).

Dies ist eine ganz gegensätzliche Erscheinung zum anderen Extrem, dem Konvexprofil des Hangrenners (Abb. 4).

Erwähnt sei noch, daß bei 4,5 m spannendem Flügel mit einer Flächentiefe von 200 mm (Streckung 22) im Gegensatz zum wenig gestreckten Stockfish oder auch dem Air-

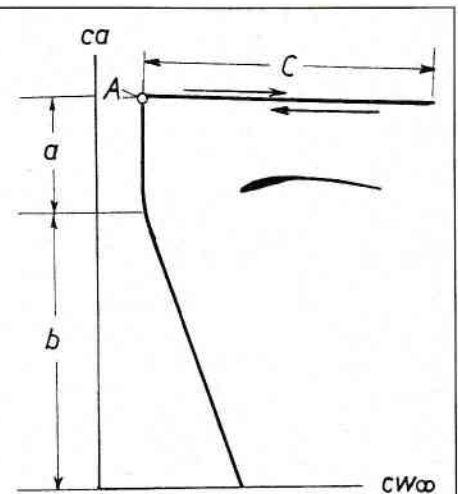


Abb. 5: A = Punkt geringsten Sinkens ($ca \cdot 3/cw^2$ max) und besten Gleitens (ca/cw max) = Punkt größten Auftriebs (ca max), a = nur kleiner oben liegender Bereich geringsten Widerstandes, in Bereich b: bei abnehmendem ca wird cw immer größer, in Bereich c: über ca max hinaus vorerst nur schwacher ca Abfall bei großem cw Anstieg und keine Hysteresis.

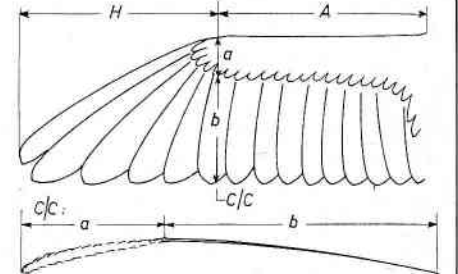


Abb. 7: A = Arm, H = Hand, a = kleiner verdickter Teil mit Feingefieder und Deckfedern bedeckt, b = großer dünner Teil durch Schwungfeder gebildet.

fish die Geschwindigkeit des besten Sinkens nicht mehr unmittelbar vor dem Abreißen liegt, sondern deutlich höher ist (Abb. 6).

Interessant ist, daß von allen der eingangs erwähnten erprobten Profile, das beim Stockfish verwendete extrem tiefe Profil sich am besten zum instationären Hangsegeln eignete und daß es jenem Profil beim Landsegelvogel sehr ähnelt, das dieser als letzten Flügelschnitt vor den Schwungfedern der Hand zeigt (Abb. 7).

Es fallen einem sofort zwei Situationen im Vogelflug ein, wo der überhöhte dynamische Auftrieb auch wirksam sein könnte: Beim Landen, wo die Flügel unmittelbar vor dem Aufsetzen zu großen Anstellwinkeln hochgedreht werden und beim dynamischen Segelflug z. B. des Albatros, der praktisch ein ununterbrochen stationäres Fliegen darstellt, in jener Phase des Fluges, wo beim Einkurven gegen den Wind gestiegen wird.

Da sich die Natur aller physikalischen Möglichkeiten zu bedienen pflegt, oft solcher, die wir erst später erkennen, so könnte man annehmen, daß sie sich in diesen Fällen den dynamischen Auftrieb zunutze macht – oder sie hat noch etwas Besseres.