

Die Elasto - Was steckt dahinter?

Die Inspiration für unser Modell "Elasto" gründet in der Beobachtung des Vogelfluges.

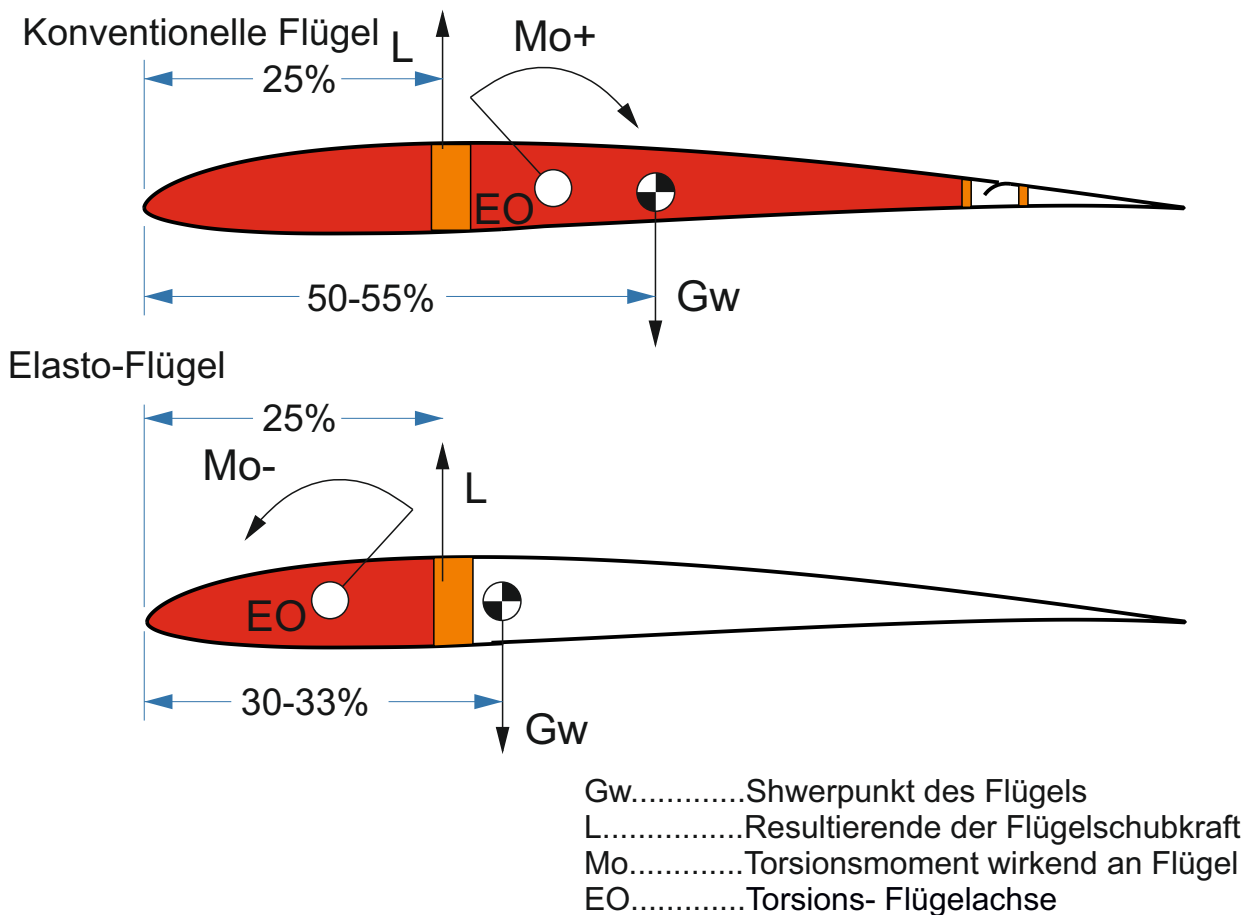
Für Ing. Jaroslav Müller war es auffällig, dass im Vergleich zu unseren Modellen

1. die Flügel der Vögel keine Wölbklappen haben,
2. die Flügel der Vögel torsionsmäßig sehr weich sind und dennoch nicht unter Flattertendenzen leiden,
3. das Flügelprofil sehr dünn ist und dennoch einen guten Auftrieb erzeugt
4. Vögel den high-economy-Flug mit einem großem Geschwindigkeitsbereich beherrschen

ELASTO Gestaltungsprinzipien:

Der Vergleich der generellen Konstruktionsprinzipien des klassischen Flügels und des ELASTO-Flügels ist in Skizze 1 dargestellt.

Fig. 1 - Konstruktionsprinzip eines konventionellen Flügels und des ELASTO-Flügels.



Der **konventionelle / klassische Flügel** hat in Richtung seiner Profiltiefe einen starren Bereich, der wesentlich weiter verläuft als beim ELASTO-Flügel (rotes Profilsegment).

Dadurch ergeben sich beim klassisch aufgebauten Flügel einige konstruktive Nachteile:

- a) die Torsions- Flügelachse (EO) wird deutlich über den Auftriebsbereich (L) hinaus verschoben, der bei 25% der Profiltiefe liegt. Das resultierende Drehmoment hat eine ungünstige Richtung - es erhöht die gesamte auf den Flügel wirkende Torsionskraft.
- b) der Schwerpunkt (Gw) des Flügels liegt im Bereich von 50 - 55% der Profiltiefe, was sich nochmals negativ auf die Torsionsspannung des Flügels auswirkt.

- c) dadurch muss der Flügel insgesamt steifer aufgebaut werden, was sich in einem höheren Gewicht des Flügels niederschlägt. Nach den überaus erfolgreichen Grundsätzen der Evolution ist das Gewicht eines Flügels aber idealerweise so gering wie möglich zu halten, da es erhebliche Auswirkungen auf die Wendigkeit und die Flugdynamik des Flugobjektes hat.

Der **ELASTO – Flügel** weist in Richtung seiner Profiltiefe nur einen starren Anteil bis zu ca. 33% auf (rotes Profilsegment). Die weitere Profilhälfte ist flexibel und stufenlos verstellbar, so dass die Verwölbung der Mittellinie stufenlos variiert werden kann. Dadurch kann auch die Querneigung des Modells gesteuert werden.

Dies bringt folgende Vorteile:

- a) der Flügelaufbau wird einfacher, weil Versteifungen /Hilfsholme zum Erreichen seiner eigenen Torsionssteifigkeit wegfallen
- b) Der hintere, flexible Teil des Elasto-Flügels muss nicht so steif sein wie der vordere Torsionskasten, der alle am Flügel auftretenden Kräfte aufnimmt. Dadurch wird der Schwerpunkt (GW) des Flügels um 30-33% der Profiltiefe nach vorne verschoben, womit sich die Lastigkeit des gesamten Modells nach vorne verlagert. Dies wirkt sich wiederum positiv auf das Gesamtgewicht aus, da weniger Gewicht (Ballast) in der Rumpfspitze notwendig wird als bei einem klassischen Flügel zum Erreichen der richtigen Schwerpunktlage oftmals unabdingbar ist.
- c) die Torsions - Flügelachse (EO) liegt vor dem Auftrieb (L), der bei 25% der Profiltiefe liegt. Das resultierende Drehmoment hat eine günstige Richtung - es reduziert die auf den Flügel wirkende Gesamtdrehkraft und dämpft jegliche Torsionsschwingungen des Flügels.
- d) der hintere Abschnitt der Profilhälfte ist so konstruiert, dass er bei Zurücknahme /Ausfall der Anlenkkraft weitgehend selbstständig in seine neutrale Position zurückkehrt. Dies ist wichtig, um das Flattern des elastischen Flügelabschnitts zu verhindern.

Aerodynamische Prinzipien des ELASTO-Flügels:

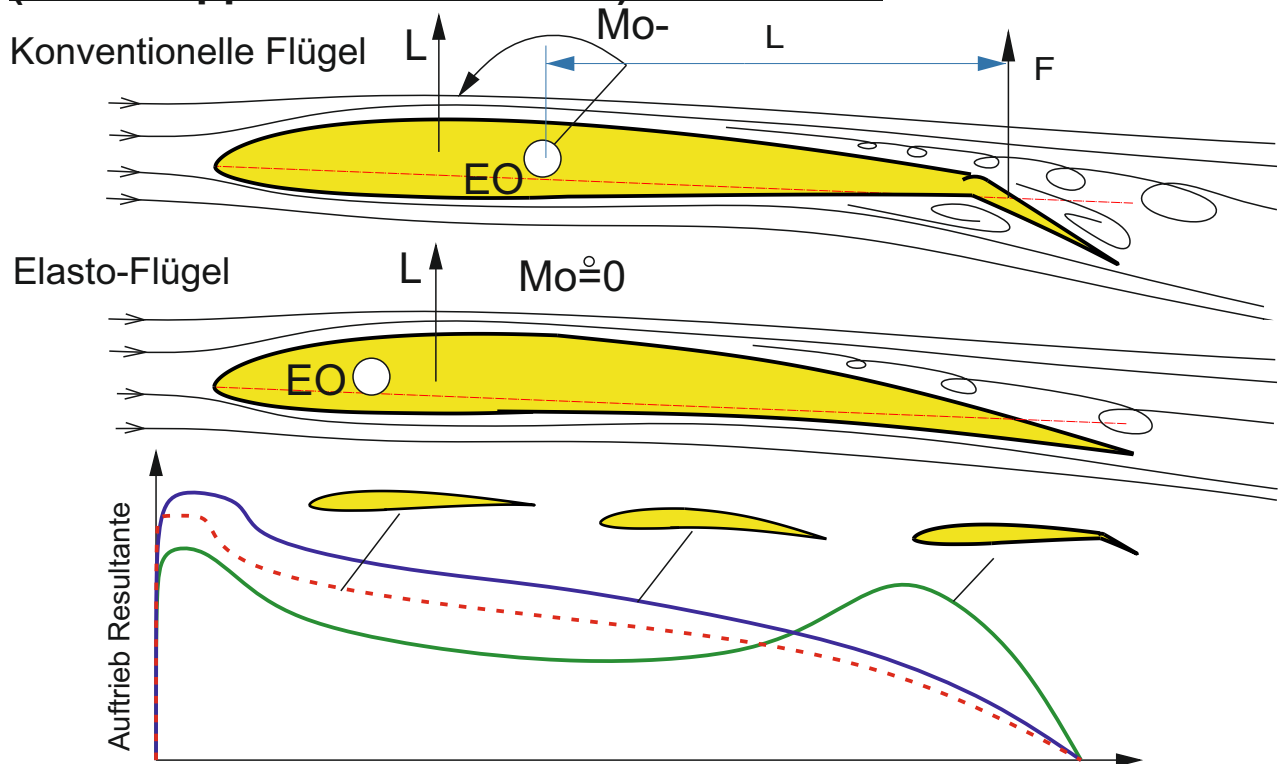
Um ein Flugzeug oder ein Modellflugzeug während des Fluges zu beeinflussen / zu steuern, müssen die aerodynamischen Kräfte an seinem Flügel geändert werden.

Dies geschieht normalerweise durch das Ausschlagen der beweglichen Flächen an der Profil- Oberfläche (Bremsklappen, Spoiler ...) oder in der Nähe der Flügelhinterkante (Wölbklappen, Querruder).

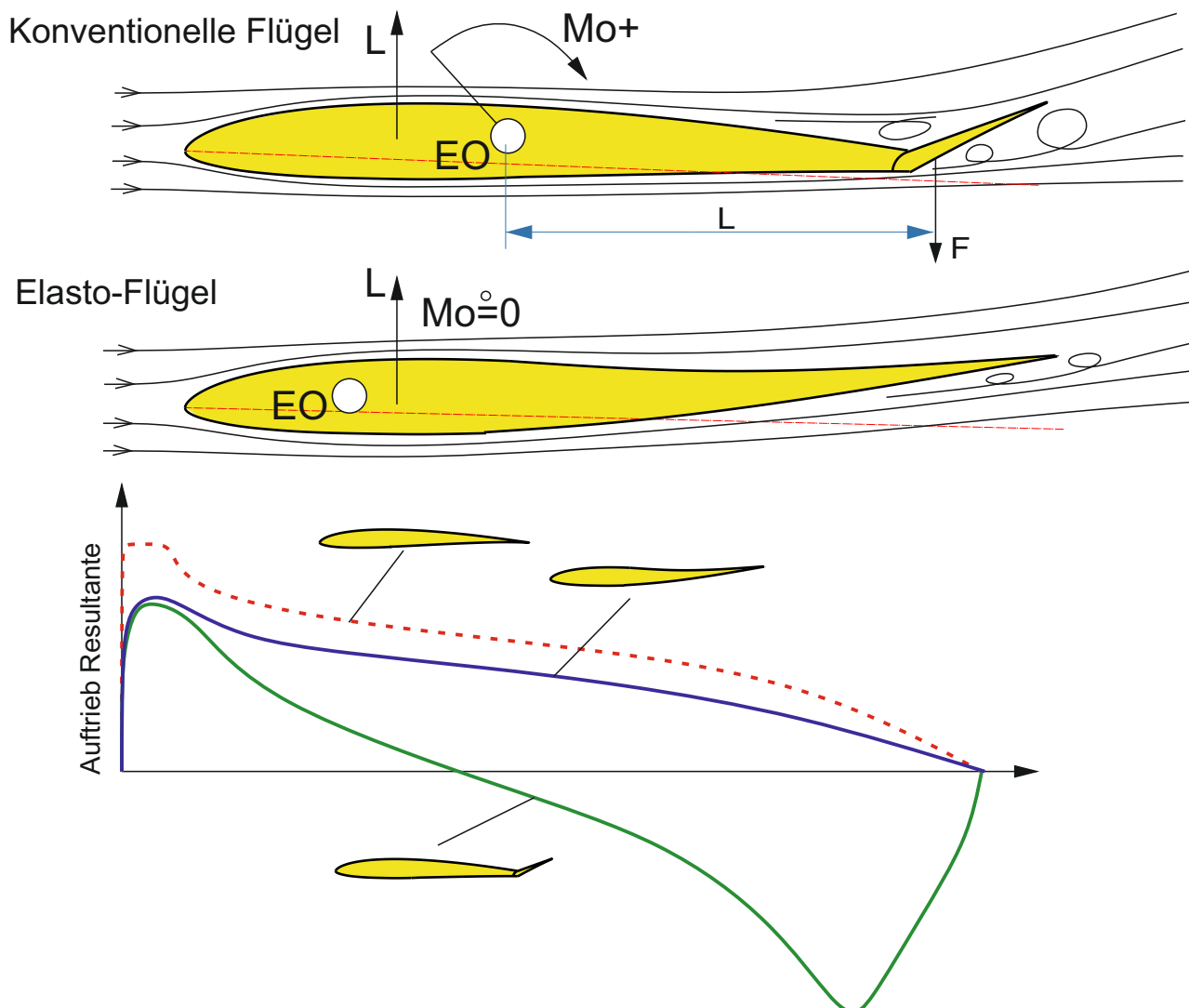
Der ELASTO-Flügel basiert auf den bionischen Prinzipien, welche die Natur seit Millionen von Jahren entwickelt und verbessert hat. Er ist teilweise starr, hat aber eine flexible Endhälfte (ähnlich der Flügel von Vögeln), wodurch eine sanfte Verformung der Profilkontur ermöglicht wird.

Hinweis: Der ELASTO-Flügel hat keine Ruderklappen, aber wir werden diesen Begriff verwenden, um die Beschreibung zu vereinfachen.

Skizze 2 - Ausschlag eines Ruders (Wölbklappe oder Querruder) nach unten

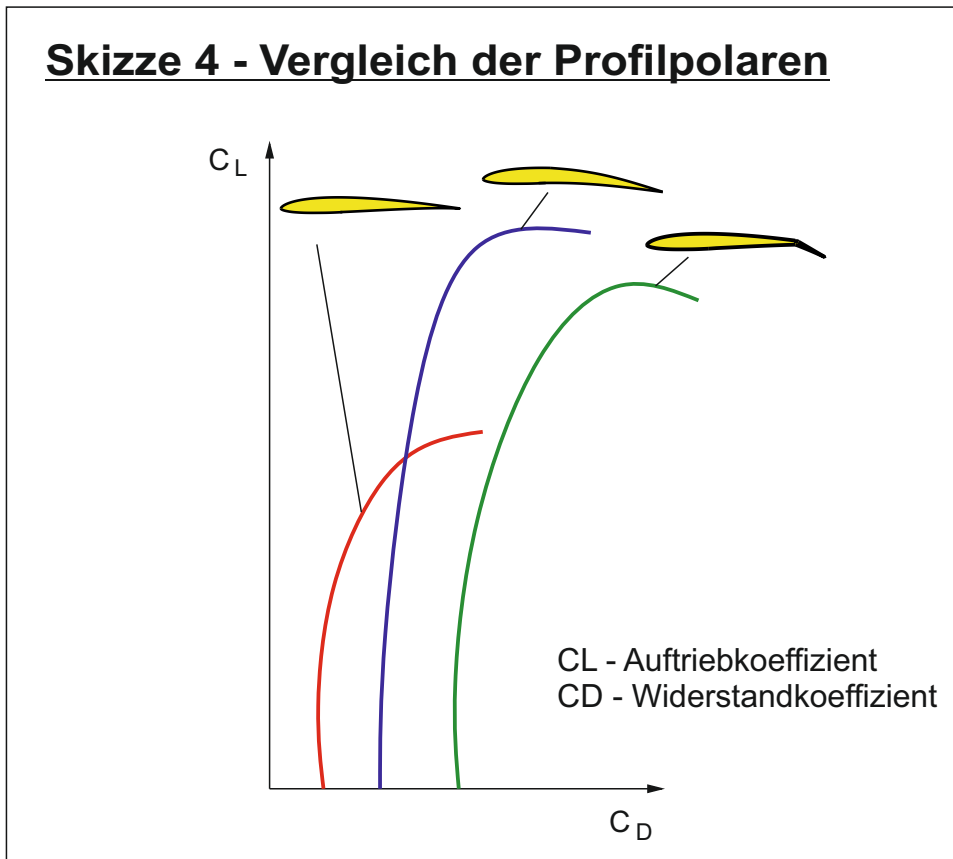


Skizze 3 - Ausschlag eines Ruders (Querruder) nach oben



Aus den Skizzen 2 und 3 ist abzuleiten, dass bei einem Ausschlag der Wölbklappe oder des Querruders an einem klassischen Flügel am Lagerpunkt eine scharfe Kante entsteht, welche den gleichmäßigen Strömungsverlauf stört und zusätzlichen Widerstand erzeugt. Beim Ausschlag der Klappe entsteht eine Kraft (F) an der Hinterkante des Flügels. Weil diese mit einem relativ grossen Hebelarm (L) wirkt, wird ein zusätzliches Drehmoment (M_o) erzeugt. Dieser muss von der Torsionssteifigkeit des Flügels aufgefangen werden, was sein Baugewicht erhöht. Beim ELASTO - Flügel entstehen solche zusätzlichen Kräfte nicht oder nur in weitaus geringerem Maße.

Die Wirkung dieser Faktoren ist in **Skizze 4** zu sehen (Vergleich des Profilpolaren in Neutralstellung (blau), mit gesetzter Wölbklappe (pink) und beim Elastoflügel (gelb))



Aus den Diagrammen ist ersichtlich, dass der Flügelauftrieb sowohl beim Setzen einer klassischen Wölbklappe oder bei einem Querruderausschlag wie auch bei der homogenen Profilveränderung am Elastoflügel vergrößert wird. Beim Klappenflügel ist diese Auftriebserhöhung jedoch etwas weniger effizient und mit einem gleichzeitig deutlich größer werdenden Profilwiderstandes verbunden. Der Widerstandsanstieg bei dem ELASTO-Flügel ist geringer, der Auftriebsgewinn dadurch effektiver. Basierend auf diesen theoretischen Betrachtungen verfolgten wir die praktische Umsetzung des Elasto-Prinzips mit dem Ziel eine effizientere Auftriebsgewinnung bei minimierter Widerstandserhöhung zu erzielen.

Wir sind überzeugt, dass sich der fünfjährige, intensive Konstruktionsaufwand gelohnt hat! Unsere Elasto verfügt, verglichen mit gleichgewichtigen konventionellen Modellen, über eine auffallend hohe Bruchlast und Torsionssteifigkeit, die sich auch in einem absolut flatterfesten Flügel zeigt.

Die erzielten Sinkleistungen in "toter" Luft können dabei leicht mit gleichschweren, konventionell gestalteten Modellen mithalten; gleichzeitig ist nach unseren Erfahrungen die Gleitflugeistung unserer Elasto aber deutlich besser.

Das macht unsere Elasto universell bei verschiedenen Wetterlagen auf hohem Leistungsniveau einsetzbar.

