

Odonata - Mit Menschenkraft zum Weltrekord



Karl Kühmstedt / Technischer Leiter
Thijs Daenen / Schatzmeister

Unsere Partner:

OrangeAerospace®
Keep expanding boundaries.



Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Institut für Makromolekulare Chemie



INSTITUT FÜR LUFT- UND
RAUMFAHRTTECHNIK



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN

Team



Felix Herrmann
Project Manager



Karl Kühmstedt
Technical Director



Cedric Foth
Head of Structure



Thijs Daenen
Cockpit Design



Torsten Reyer
Powertrain



Christian Renner
Website



Jendrik Zimmermann
Marketing



Winny Hohensee
Head of Propeller



Benedikt Laprell
Propeller Design



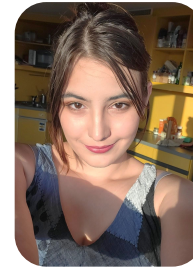
Leander Zimmermann
Connection Design



Solveig Oelke
Material research



Alexander von Polentz
Test Pilot



Jovana Delic
Landing Gear

Erik Naumann
Max Eisold
Martin Mathew
Jens Adrian
Christian Weidemann
Felix Ruby
Maximilian Wenk
Paul Sanderbrand
Ihtisham Babar
Robin Swoboda
Sophie Wetterich
Mubashir Usman



Unsere Geschichte



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN
Professur für Strömungsmechanik
Prof. Dr.-Ing. habil. Jochen Fröhlich

Aerodynamik I

Übung 9

Inkompressible Strömungen über endliche Tragflügel

Der Traum der Menschheit ist das Fliegen. Eine aerodynamisch und konstruktiv höchst anspruchsvolle Aufgabe ist dabei das Fliegen mit reiner Muskelkraft. Im Jahre 1959 lobte der britische Industrielle Henry Kremer sechs Preise für das muskelkraftbetriebene Fliegen aus, wovon zwei bisher nicht vergeben werden konnten:

- £50 000 erhält derjenige, der zuerst eine halbe Meile in Form einer liegenden Acht fliegt. Der Preis wurde 1977 von Paul MacCready mit dem Gossamer Condor gewonnen.
- £10 000 erhält der erste Nicht-Amerikaner, der den Kurs der liegenden Acht fliegt. Der Preis wurde 1984 durch Gunter Rochelt gewonnen.
- £100 000 für den ersten Flug über den Ärmelkanal. Der Flug wurde 1979 durch Bryan Allen mit dem Gossamer Albatross durchgeführt (Konstrukteur: Paul MacCready).
- £100 000 für den Geschwindigkeitsweltrekord. £20 000 erhält dabei der Erste der einen 1500m langen Rundkurs in weniger als 3 Minuten fliegt. Dieser Preis wurde 1984 von Frank Scarabino mit dem Flugzeug MIT Monarch B gewonnen (Konstrukteur: John S. Langford). Für mind. 5% mehr Geschwindigkeit erhält man £5 000.
- The Kremer International Marathon Competition mit £50 000. Das Ziel ist es zwei Kreise, anschließend eine liegende Acht, dann noch zwei Kreise über die Marathon-Distanz innerhalb einer Stunde zu fliegen. Der Preis wurde bisher noch nicht gewonnen.
- The Kremer International Sporting Aircraft Competition mit £100 000 dotiert. Ziel hierbei ist die Konstruktion eines Flugzeugs – betrieben durch Muskelkraft – welches unter realen Wetterbedingungen fliegen kann. Der Preis ist ebenfalls noch offen.



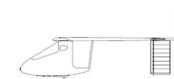
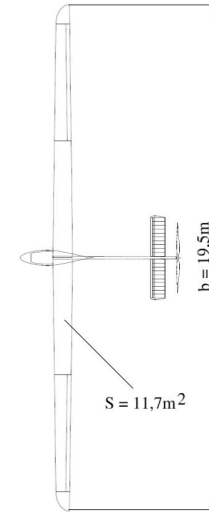
Henry Kremer in seinen späten Jahren.
Quelle: Royal Aeronautical Society



Gossamer Albatross beim Überflug
des Ärmelkanals. Quelle: Royal
Aeronautical Society

Überprüfen Sie, ob der bestehende Rekord von Paul MacCready mit dem rechts dargestellten Flugzeug auf 13 m/s Durchschnittsgeschwindigkeit erhöht werden kann. Das geplante Flugzeug wiegt ohne Piloten 25 kg. Als Pilot ist ein 53 kg schwerer Raddrennfahrer vorgesehen, welcher über einen kurzen Zeitraum 315 W leisten kann. Der näherungsweise elliptische Tragflügel besitzt ein Wortmann FX 76-MP 140 Flügelprofil (Abbildung 1). In erster Näherung leisten Rumpf- und Leitwerk keinen Beitrag zum Auftrieb bzw. Widerstand. Der Form- und Wellenwiderstand des Profils kann ebenfalls vernachlässigt werden. Der Flug wird auf Meereshöhe durchgeführt.

1. Bestimmen Sie die Reynoldszahl im Horizontaltflug.
2. Bestimmen Sie den Gesamtwiderstand des Tragflügels im Horizontaltflug.
3. Ist der Pilot in der Lage den Kremer-Preis zu gewinnen?
4. Zeichnen Sie die Auftriebsverteilung $A'(y)$ für eine Hälfte des Tragflügels über der Spannweite.
5. Ermitteln Sie die maximale Gleitzahl. Zeichnen Sie dazu die Flügelpolaren.

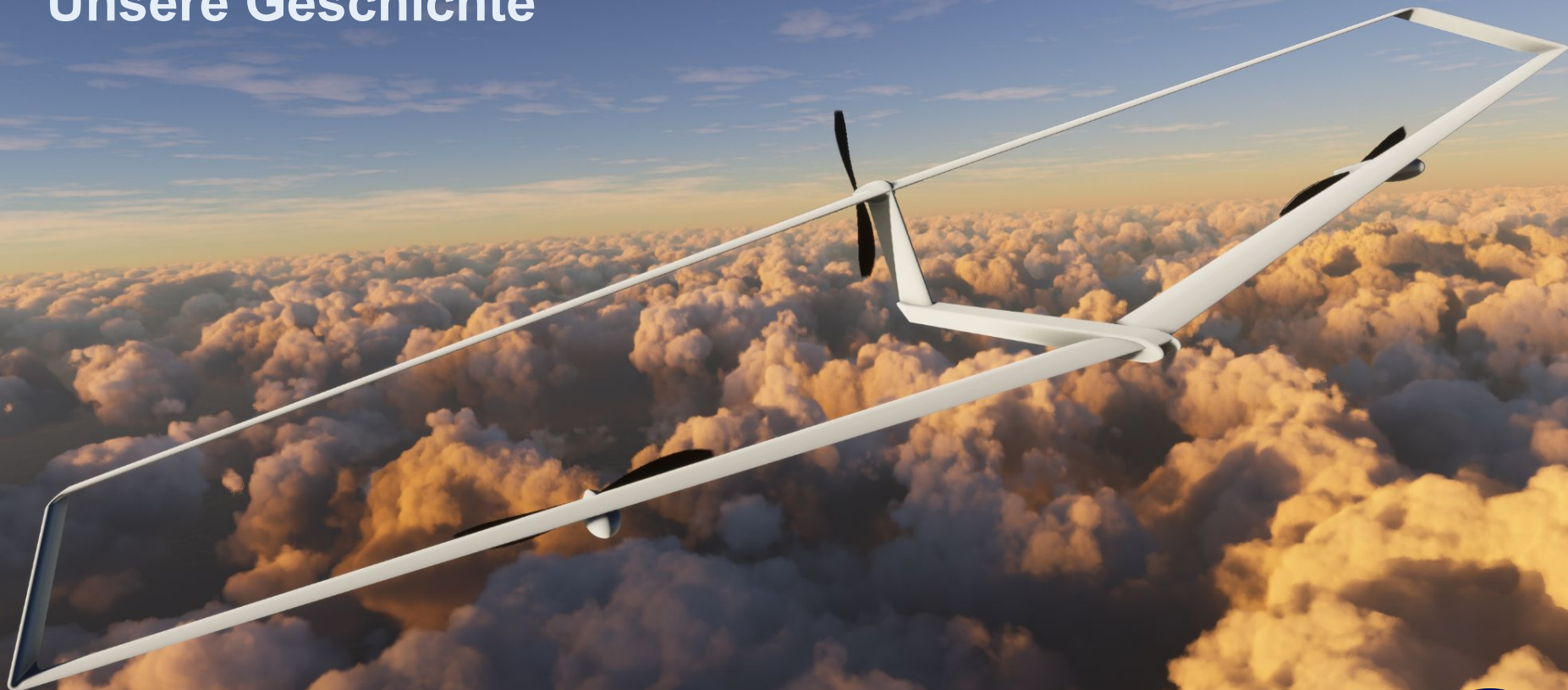


Ergebnisse:

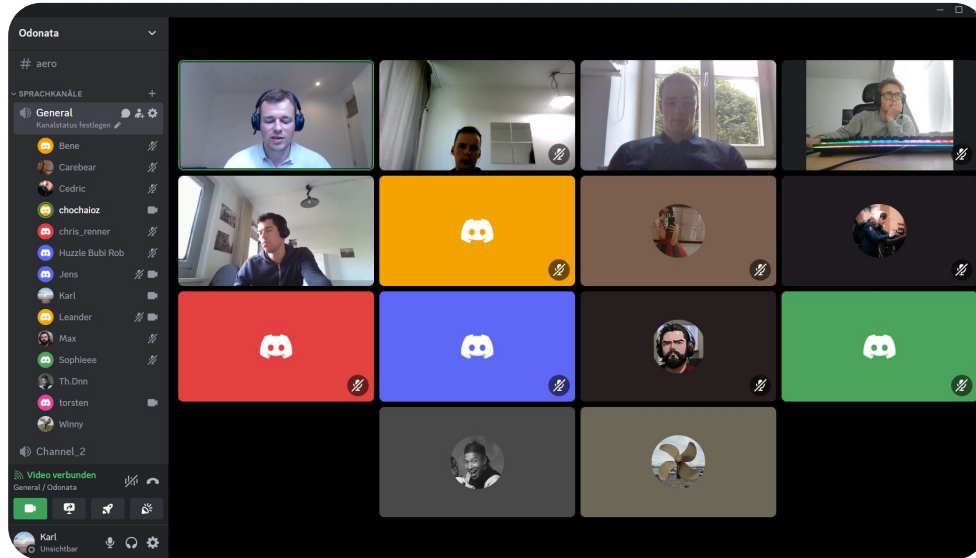
- 1) $Re = 534246$
- 2) $W = 19,24N$
- 5) $E = 51,5$



Unsere Geschichte



Unsere Geschichte



Discord

Google Workspace



Unsere Geschichte



JEC 2024



Unsere Geschichte



OUV-Frühjahrstreffen 2024



Unsere Geschichte



Composites United e.V.

Innovation Day

„Advanced Air Mobility –

Opportunities for Composite

Materials“



Unsere Geschichte



Unsere Ziele

- **Bauen und Fliegen eines Human Powered Aircraft (HPA)**



1. **Weltrekord** für längste Flugdistanz mit Menschenkraft
(aktuell 115.15 km aus 1988, gehalten vom MIT)



2. **Japan International Birdman Rally**



3. **ICARUS Cup in England**



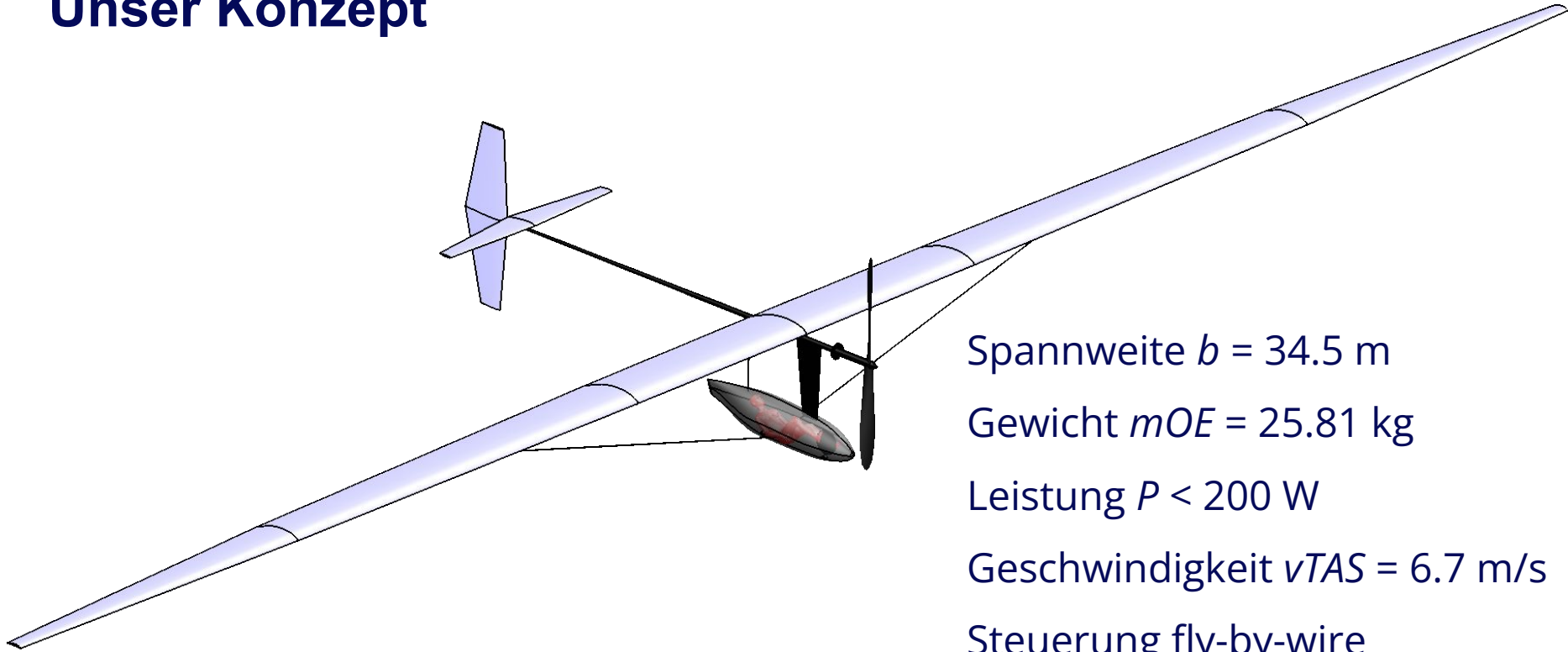
鳥人間コンテスト

濃邊悠太パイロット

BIRDMAN HOUSE 伊賀

60km 完全制覇

Unser Konzept



Spannweite $b = 34.5$ m

Gewicht $m_{OE} = 25.81$ kg

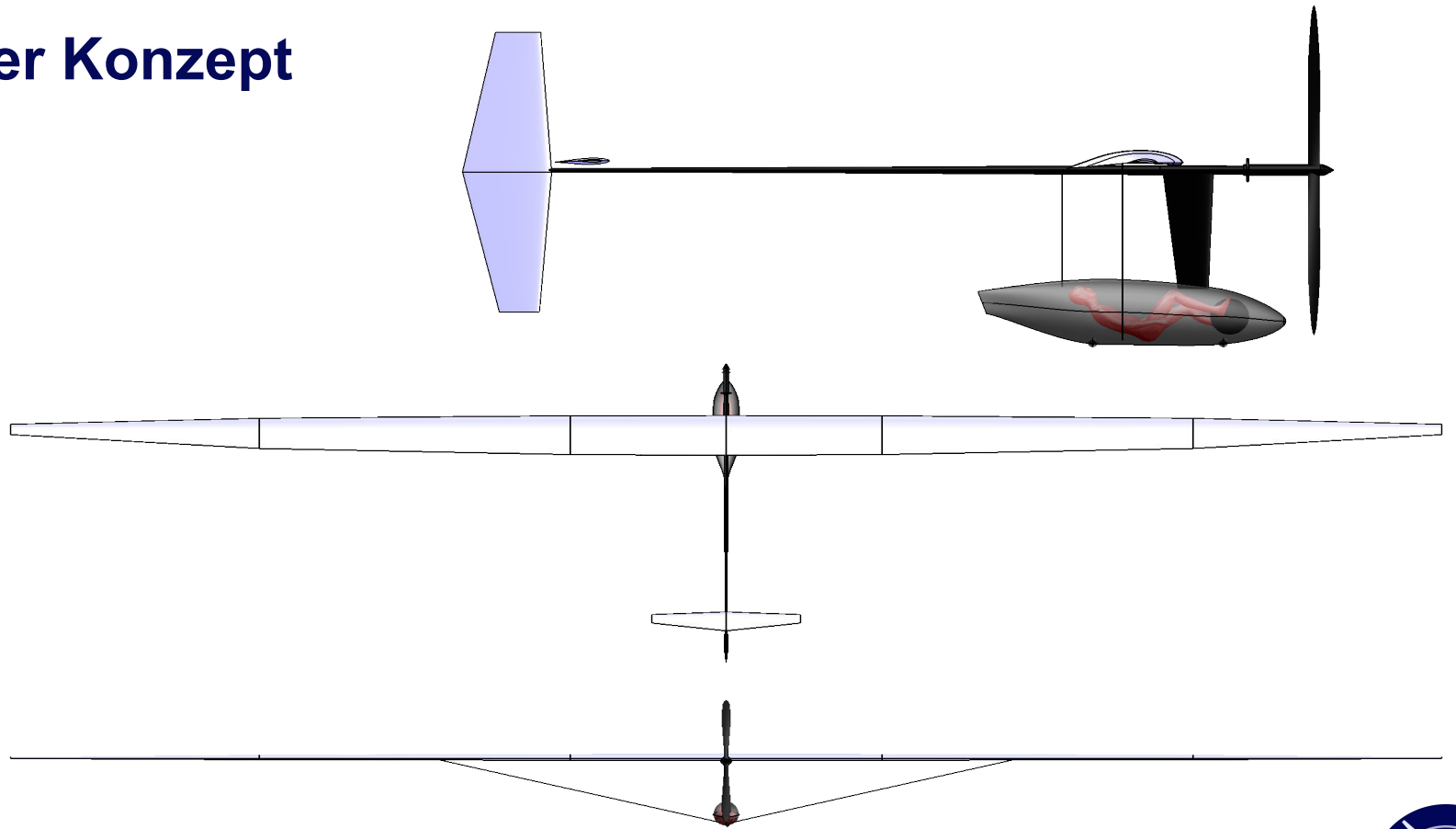
Leistung $P < 200$ W

Geschwindigkeit $v_{TAS} = 6.7$ m/s

Steuerung fly-by-wire



Unser Konzept



Mensch als Maschine

$P = 200 \text{ W}$

$t = 4 \dots 5 \text{ h}$

$m_P = 65 \text{ kg}$

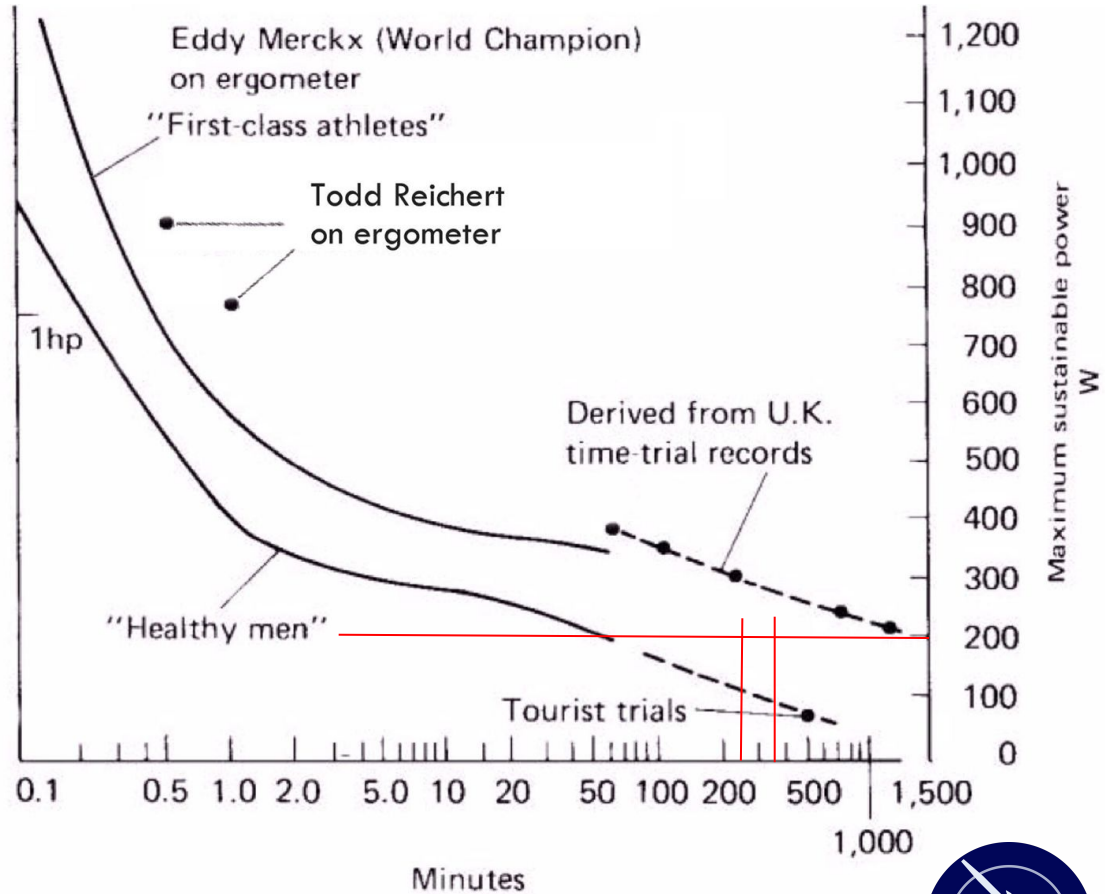
$P/m_P < 3 \text{ W/kg}$

Versorgung

Kühlung

Leistungsmessung

männlich und weiblich



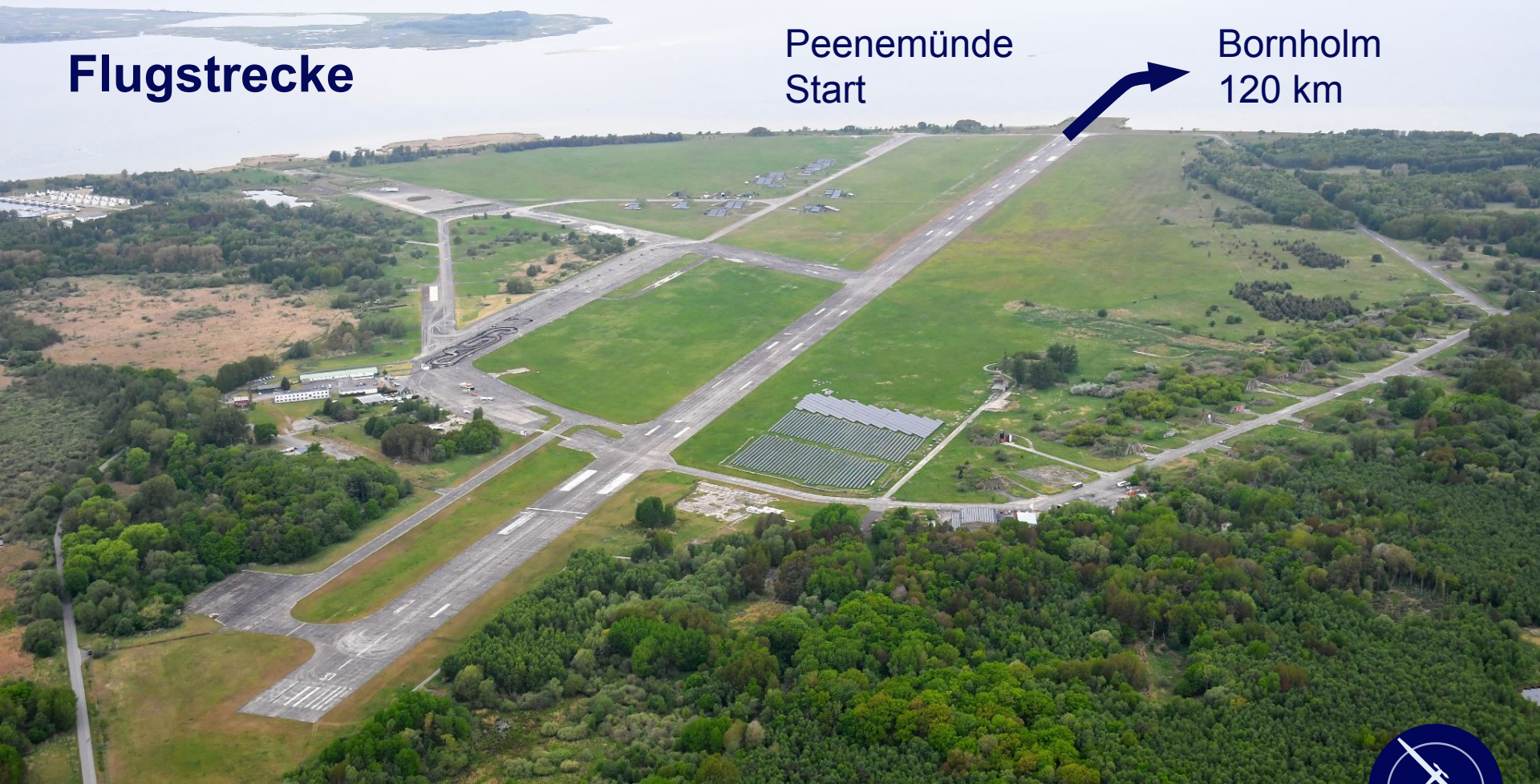
Meteorologie



Flugstrecke

Peenemünde
Start

Bornholm
120 km



Sicherheit

Begleitung durch Boote

max. 30 m Höhe

Flug über Wasser



Massenabschätzung

Baugruppe	Masse [kg]
Flügel	14.26
Leitwerk & Tail Boom	5.23
Cockpit	3.42
Powertrain	2.89



$mOE \sim 25.81 \text{ kg}$
 $mP < 70 \text{ kg} + 3 \text{ kg}$
 $mTO < 100 \text{ kg}$



HPA Daedalus (USA)
 $mOE=31 \text{ kg}$

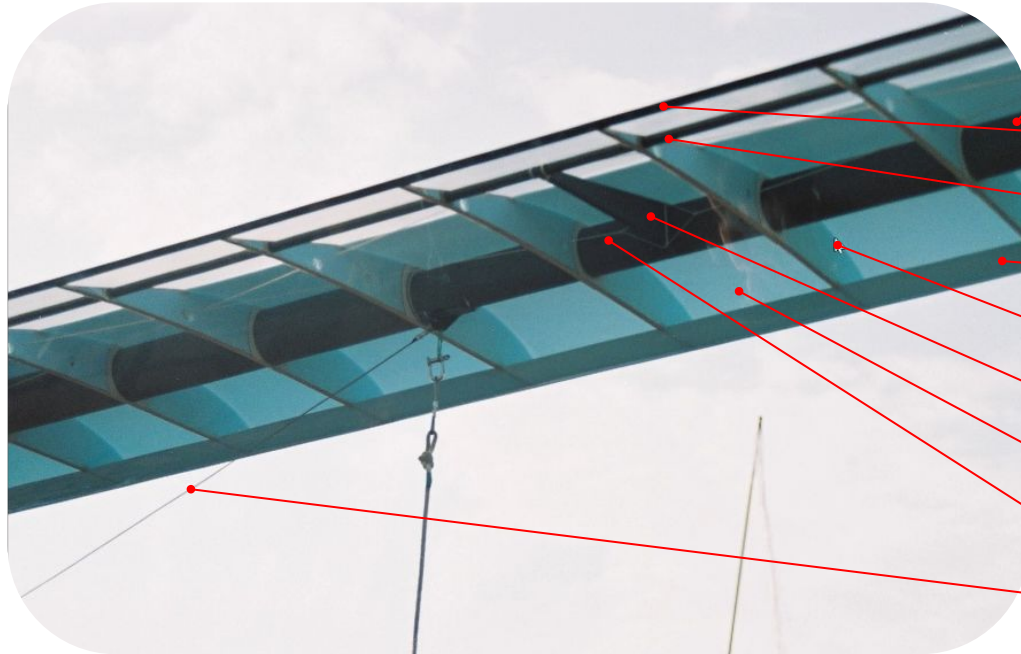
HPA Birdman House (JAPAN)
 $mOE=24.75 \text{ kg}$



Mylar (Film), CFRP,
Towpreg, Foam, Balsa
Wood, Dyneema



Flügel > Aufbau



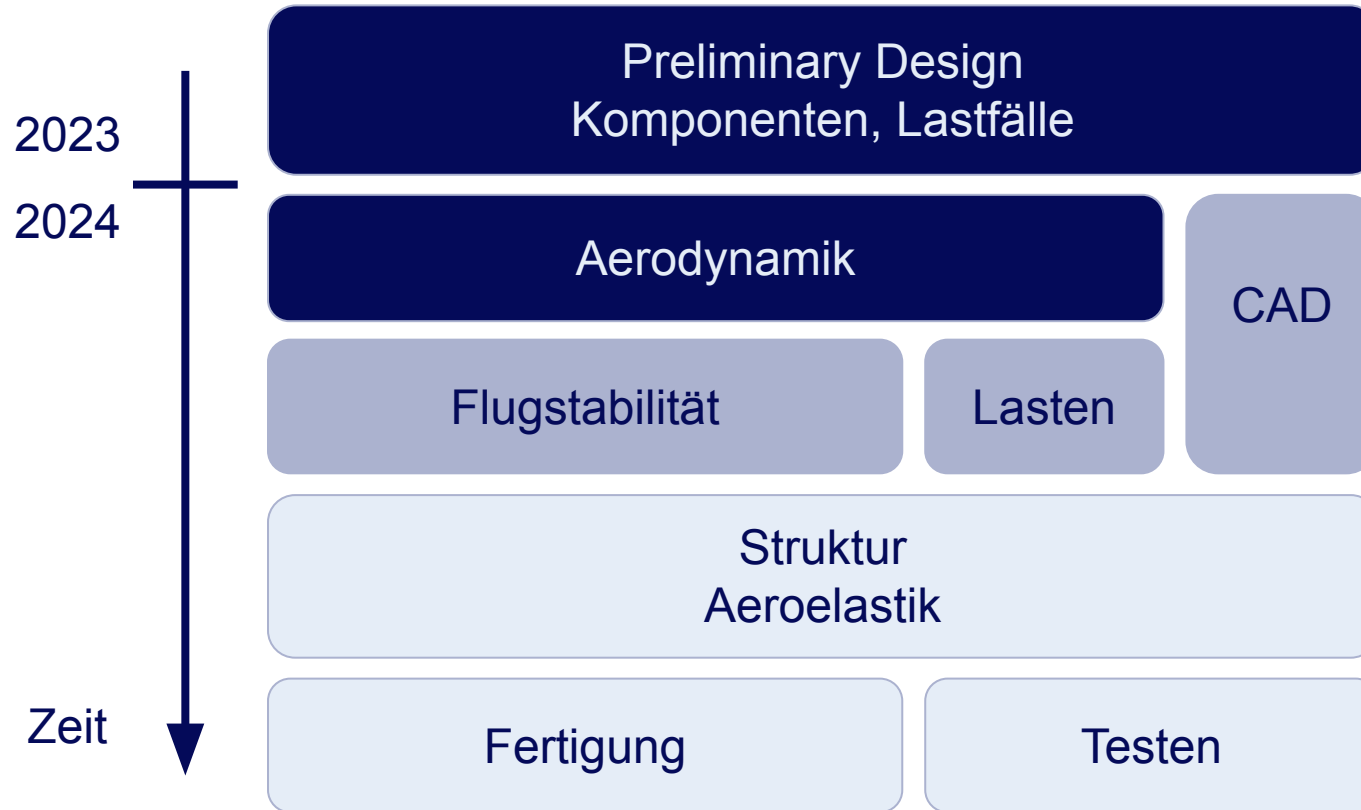
- CFRP main spar
- CFRP TE
- CFRP second spar
- Foam/Balsa LE
- Foam ribs covered in balsa wood
- CFRP ribs for drag wires
- Mylar skin
- Dyneema drag wires
- Dyneema struts



Flügel > Aufbau



Flügel > Entwicklungsprozess



Flight Envelopes

$n_{MAX} = 1.75 \text{ g}$

$n_{MIN} = 0.0 \text{ g}$

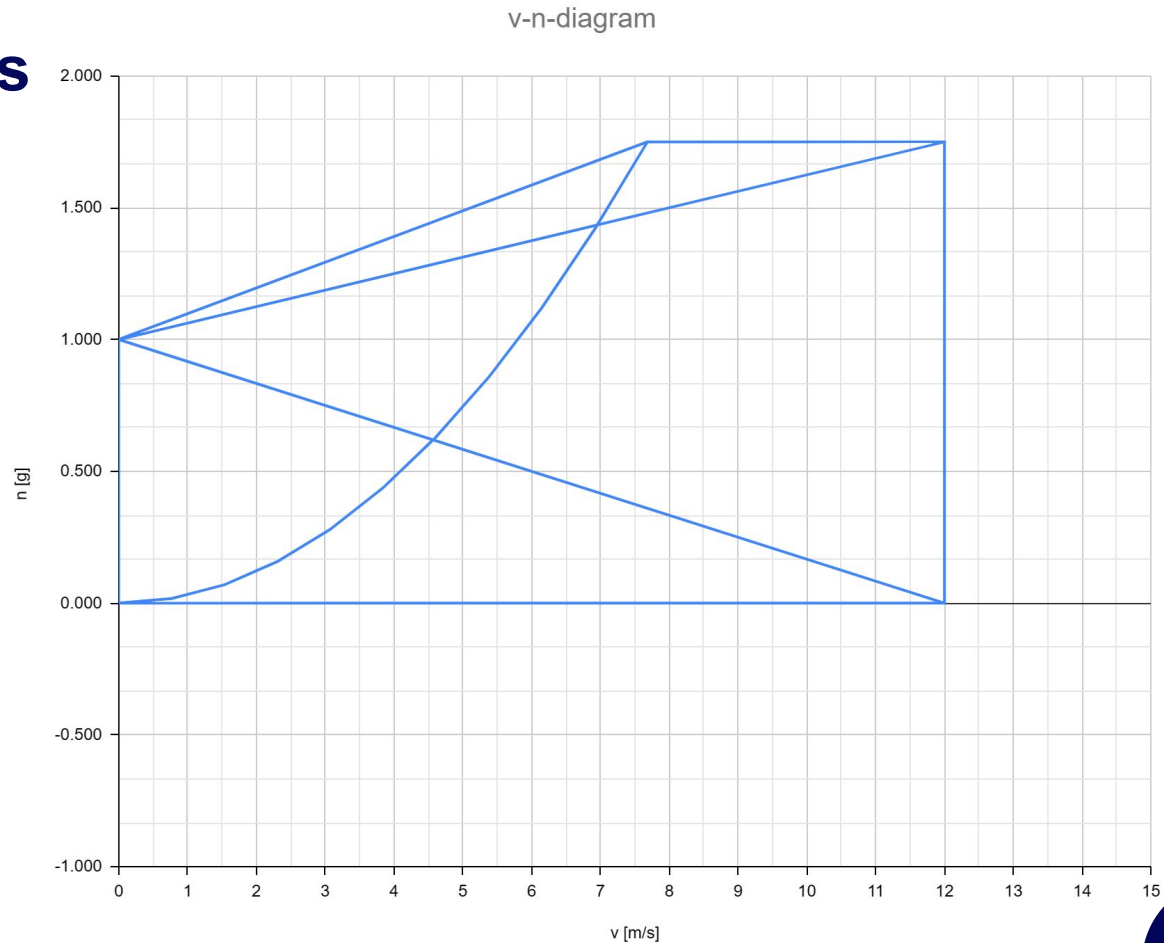
$v_{S+} = 5.7 \text{ m/s}$

$v_C = 6.7 \text{ m/s}$

$v_A = 7.7 \text{ m/s}$

$v_{MAX} = 12 \text{ m/s}$

$u_{MAX} = 2.0 \text{ m/s}$



Lastfälle

Stall

$$v = 5.7 \text{ m/s}$$

$$n = 1.0 \text{ g}$$

Cruise

$$v = 6.7 \text{ m/s}$$

$$n = 1.0 \text{ g}$$

vMAX

$$v = 12 \text{ m/s}$$

$$n = 1.0 \text{ g}$$

Pull-Up

$$n_{MAX} = 1.75 \text{ g}$$

Sidegust beta = 30°

$$U = 2.85 \text{ m/s}$$

$$U = 3.35 \text{ m/s}$$

$$U = 6.00 \text{ m/s}$$

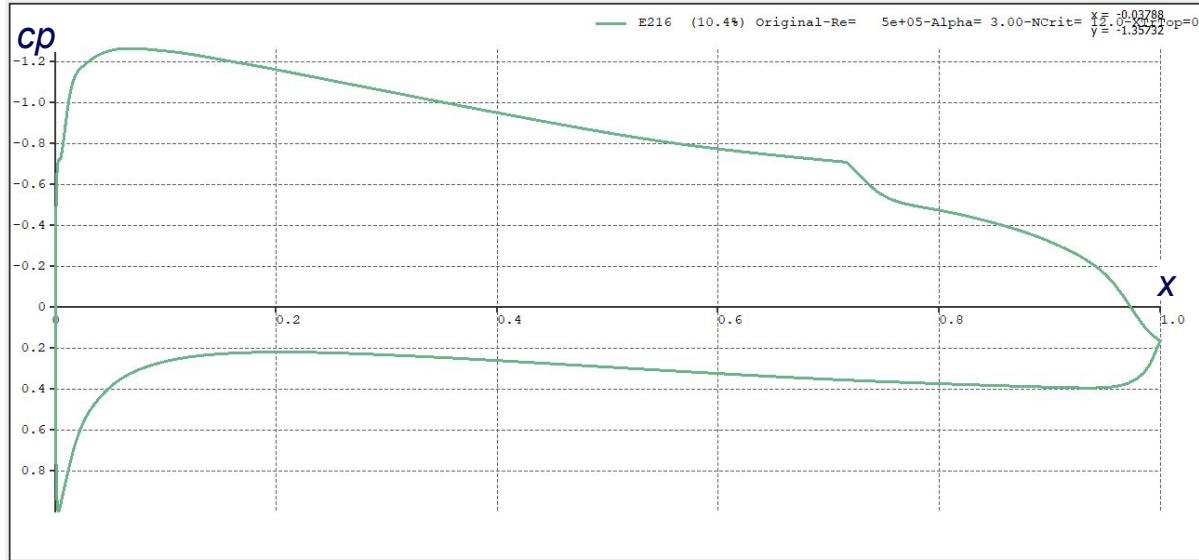
Combined Sidegust & Pull-Up

$$beta = 30^\circ \quad n_{MAX} = 1.75 \text{ g}$$

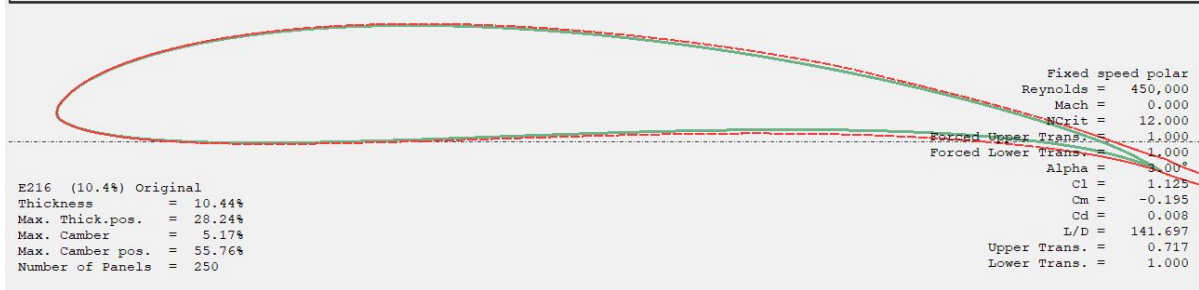
Stillstand, Start, Landung, ...



Flügel > Aerodynamik > 2D



$Re = 1.15e5 \dots 9.04e5$
 $Ncrit = 12$
 $Ma = 0.0$



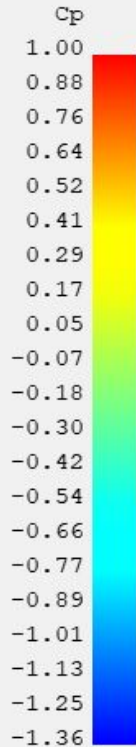
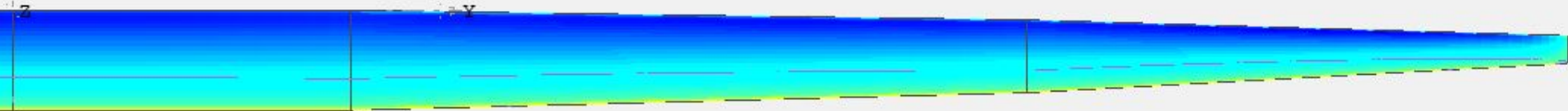
Flügel > Aerodynamik > 3D

$c0 = 1.1 \text{ m}$
 $y0 = 0 \text{ m}$

$c1 = 1.1 \text{ m}$
 $y1 = 3.75 \text{ m}$

$c2 = 0.8 \text{ m}$
 $y2 = 11.25 \text{ m}$

$c3 = 0.3 \text{ m}$
 $y3 = 17.25 \text{ m}$

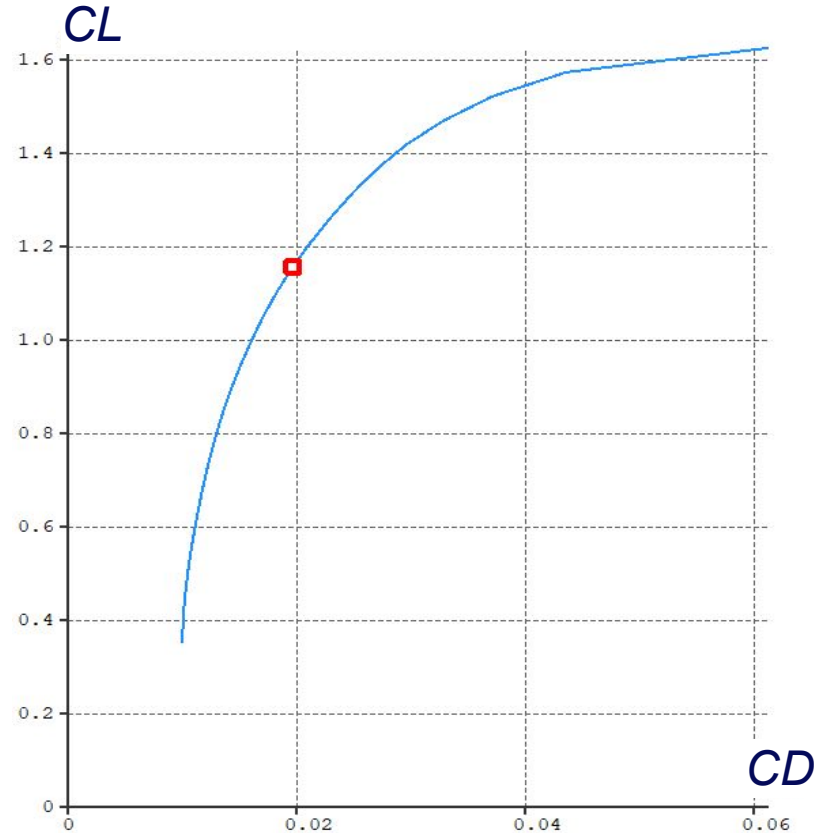


$S = 29.1 \text{ m}$
 $b = 34.5 \text{ m}$
 $c_{REF} = 0.914 \text{ m}$
 $AR = 40.9$

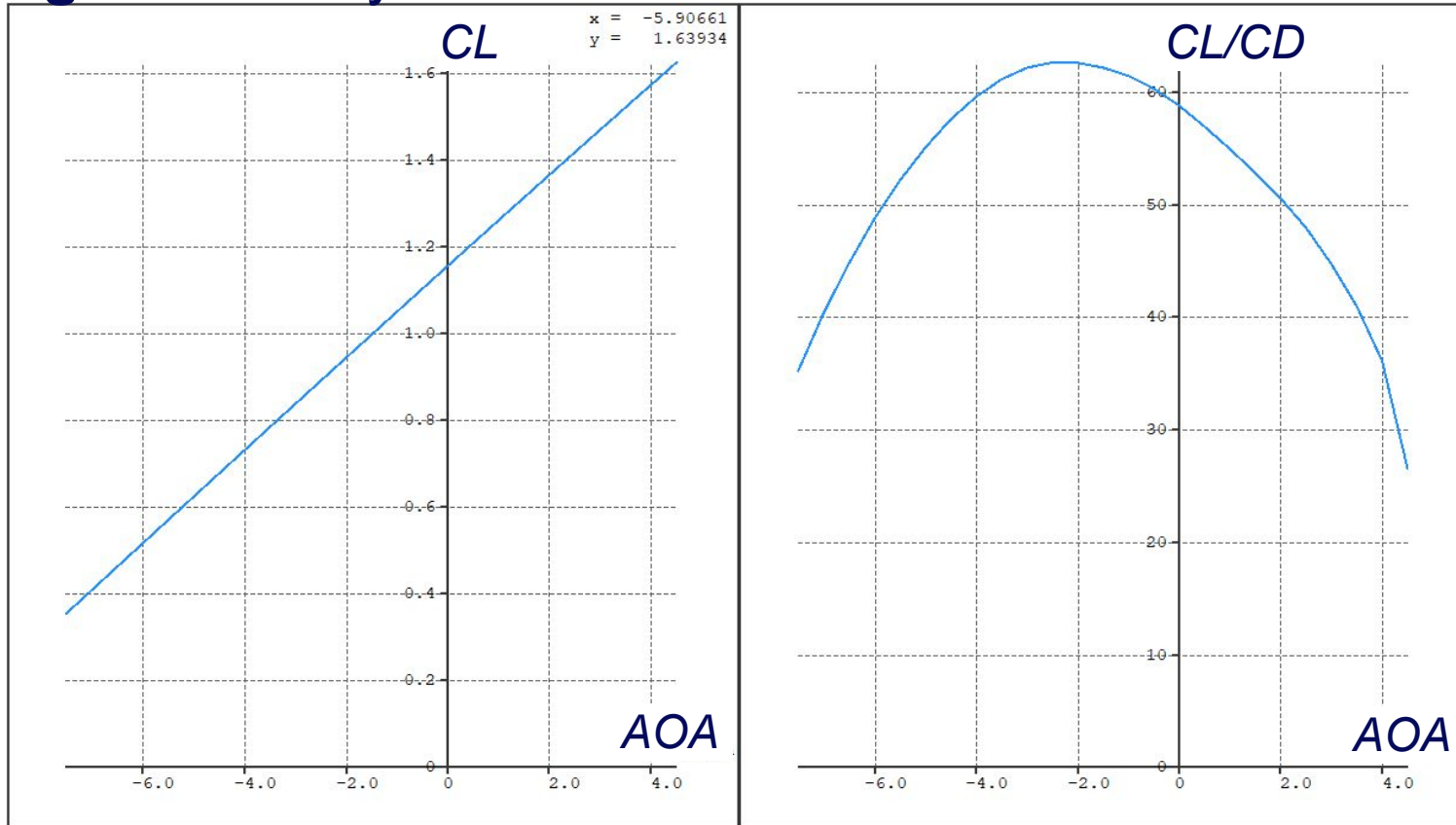
$AOA = 0.0^\circ$
 $v = 6.7 \text{ m/s}$
 $CL = 1.15$
 $E = 58.7$



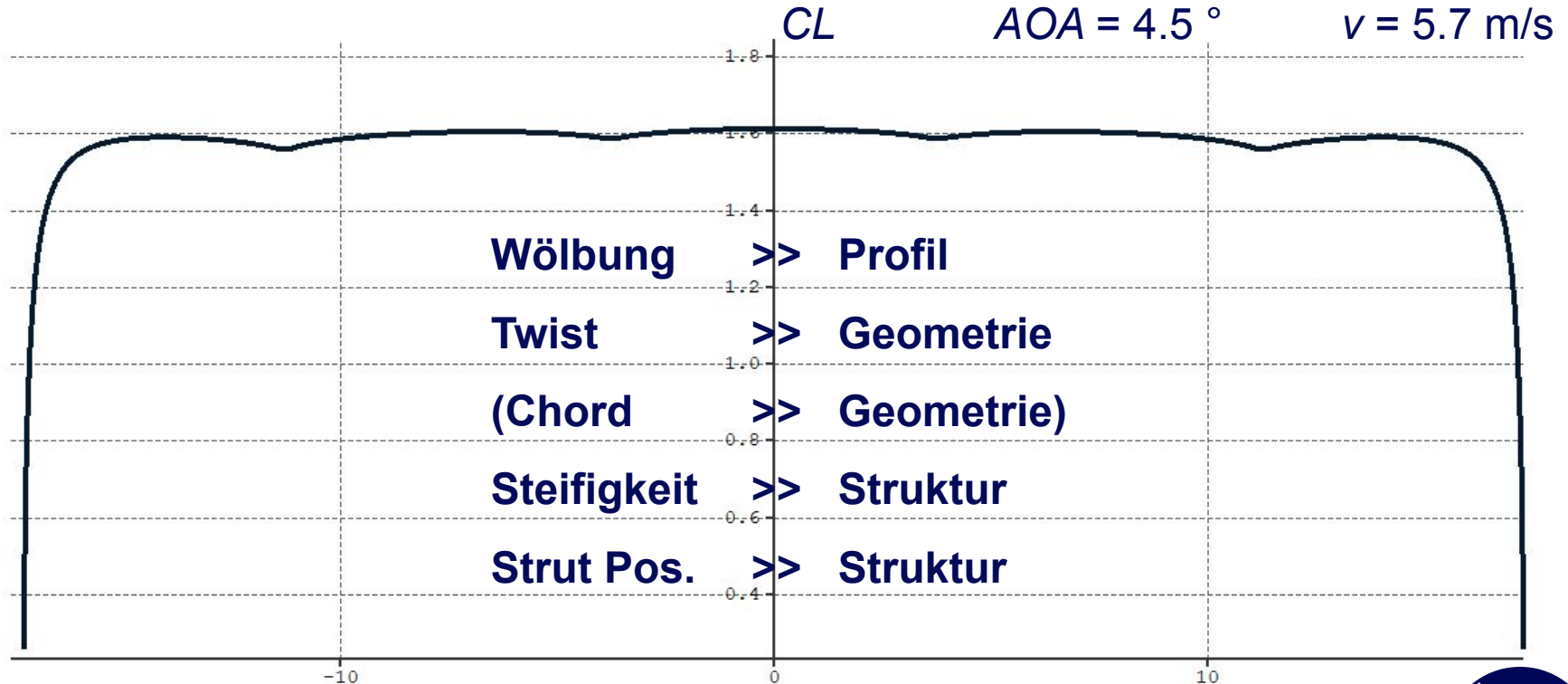
Flügel > Aerodynamik > 3D



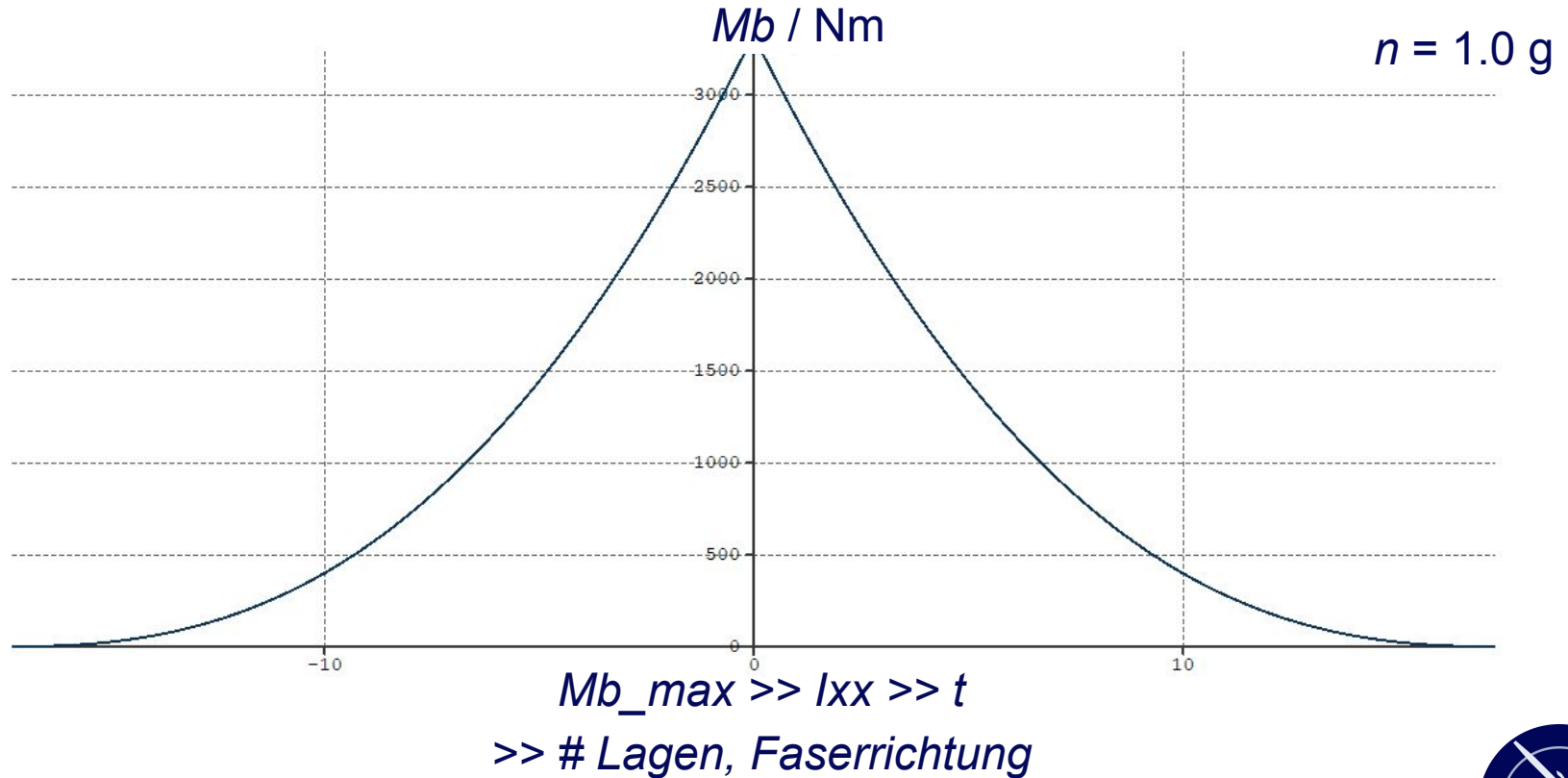
Flügel > Aerodynamik > 3D



Flügel > Aerodynamik > 3D Stall

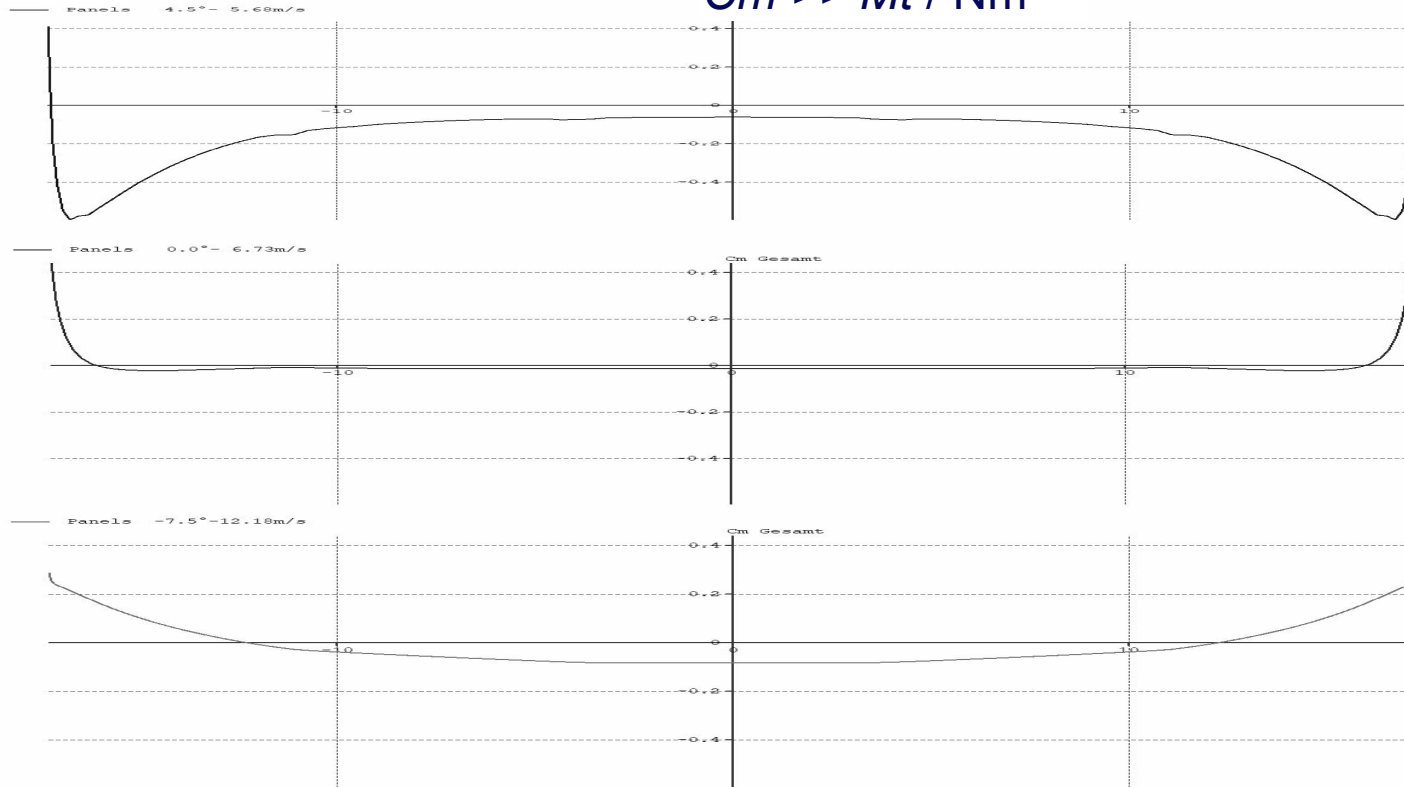


Flügel > Struktur > Lasten



Flügel > Struktur > Lasten

$C_m \gg M_t / Nm$



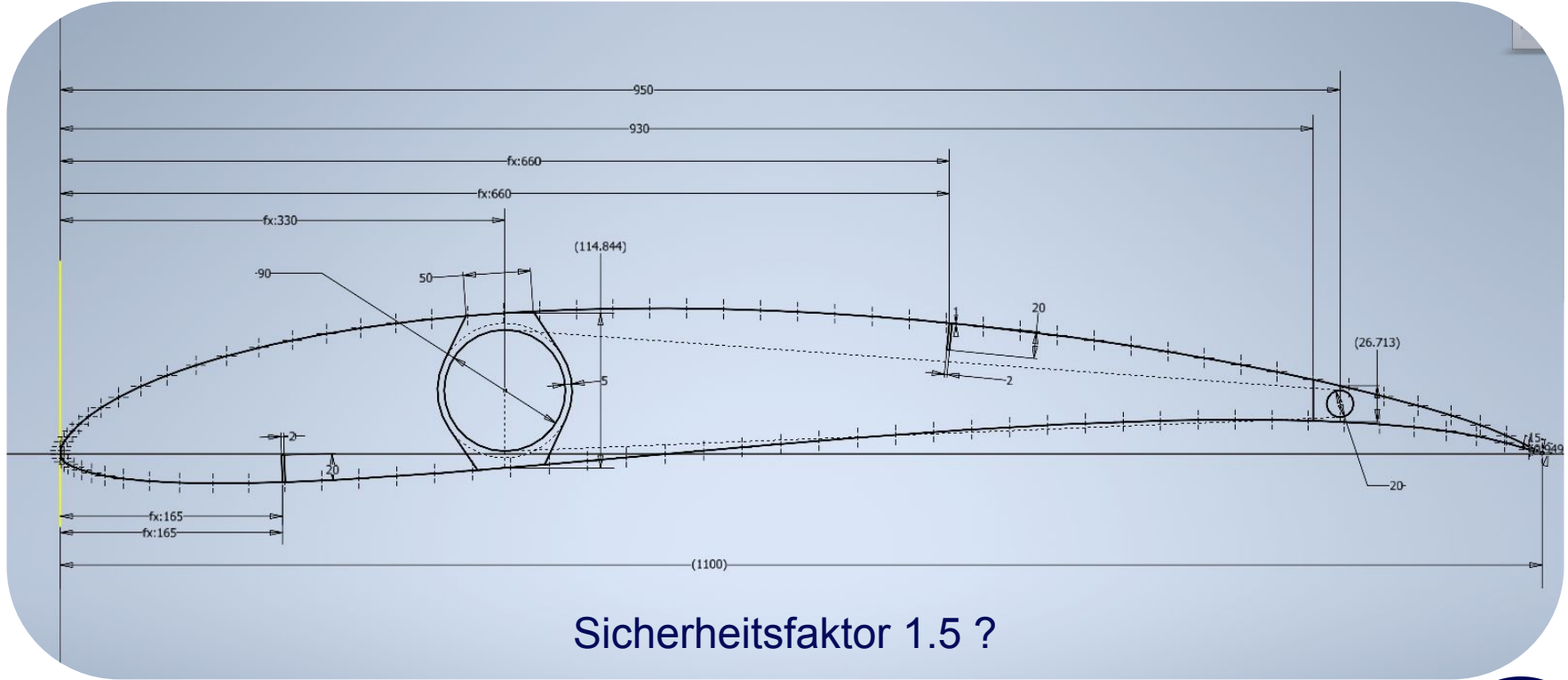
Stall

Cruise

vMAX



Flügel > Struktur > Main Spar



Flügel > Strukturtests



Flügel > Strukturtests



Cockpit



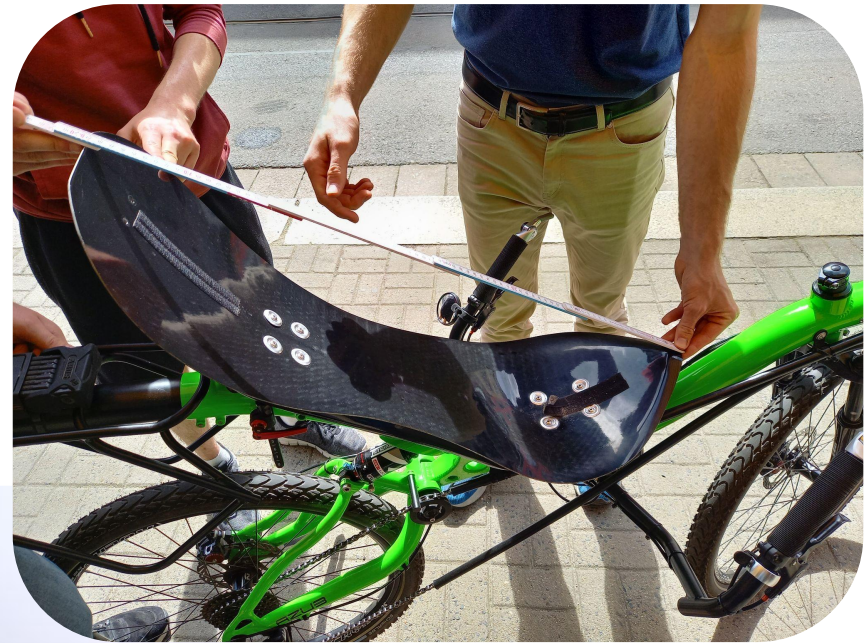
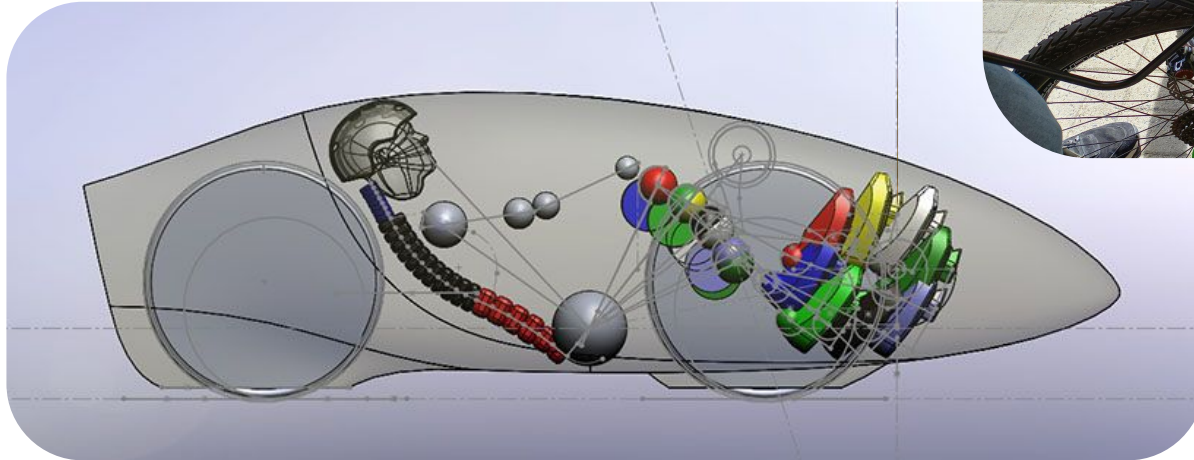
Aerovelo "Eta"



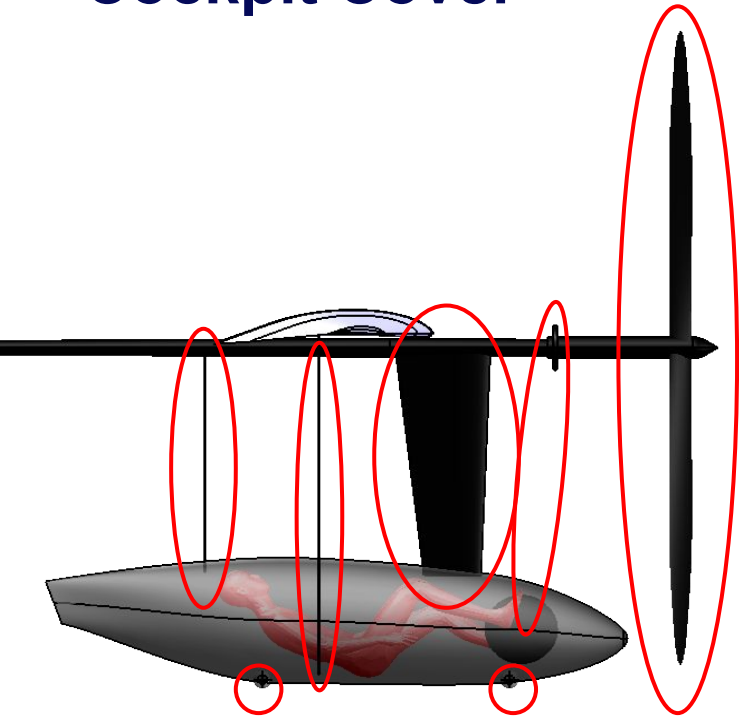
Cockpit

Design Ziele

- ultraleicht
- aerodynamische Effizienz
- Komfort für Piloten



Cockpit Cover



Mit Randbedingungen...

- Piloten
- Verbindungen
- Propeller

...optimieren

1. Potentialtheorie
2. CFD Rechnung

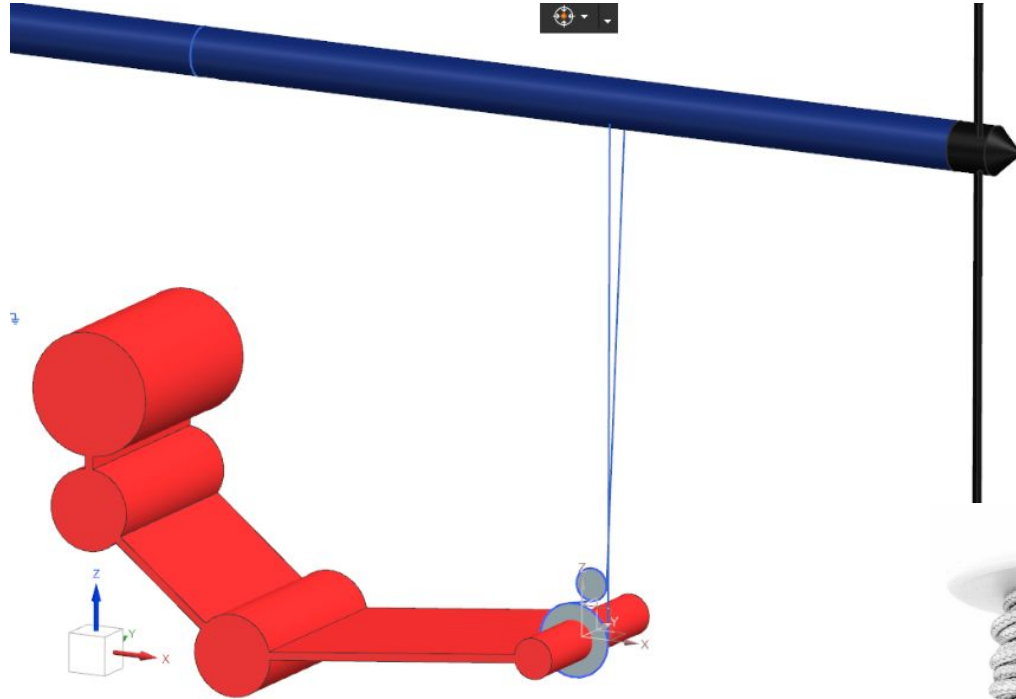


Cockpit Cover > Aerodynamik

- Propeller
- Cockpit Strut
- optimiert für laminare Strömung
- sehr glatt
- Oberfläche und Querschnittsfläche minimieren



Cockpit > Powertrain



Seil mit Spanner:

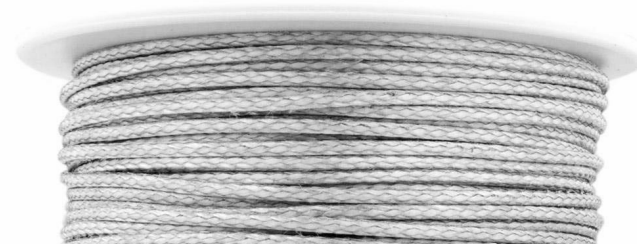
$$P_{max} = 600 \text{ W}$$

$$d_{ROPE} = 1 \text{ mm (Dyneema)}$$

$$\mu_{REIB} = 0.17$$

Powertrain-Effizienz: 95%

Propeller-Effizienz: 89%



Cockpit > Powertrain



Cockpit > Fahrwerk

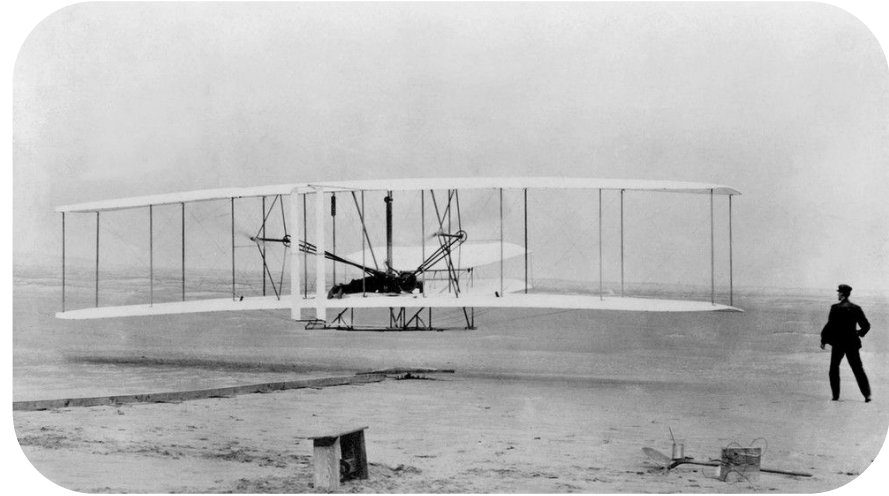
Räder



$\mu \sim 0,0015$

Starten / Landen / Strukturgewicht / Aerodynamik

Schiene



$\mu \sim 0,04...0,07$



Zusammenfassung

Erledigt

- ✓ Flügel Aerodynamik
- ✓ Powertrain Design
- ✓ Pilot Position
- ✓ Tail Boom Design
- ✓ Propeller Design
- ✓ Auswahl Flugstandort für Weltrekordversuch

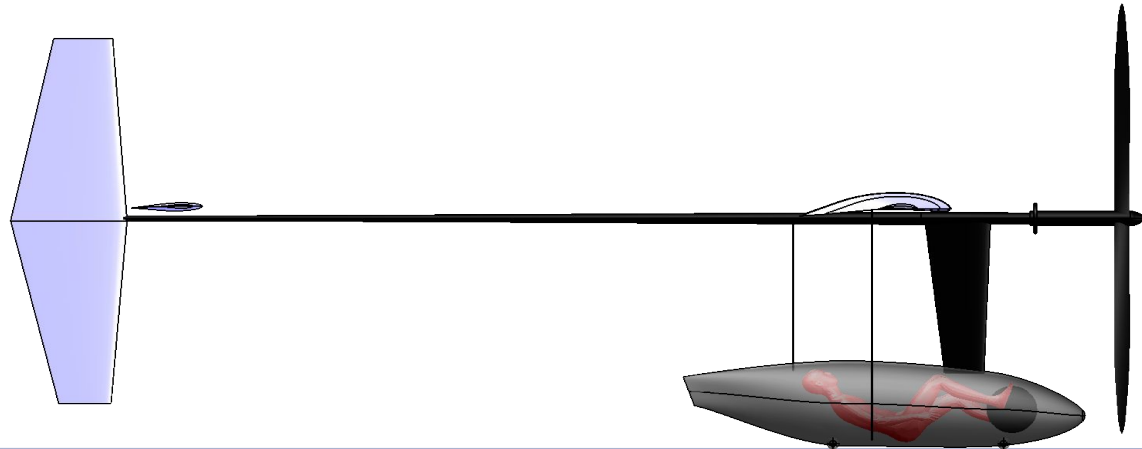
In Arbeit

- Flügel Struktur
- Powertrain Optimierung
- Cockpit Struktur
- Flugsteuerung
- Leitwerk Auslegung
- Flugzeug Fertigung
- Wetteranalyse für Weltrekord



Wir brauchen Ihre Unterstützung!

- ❑ Baustandort in Dresden
- ❑ Studenten (Marketing, Ingenieurwesen, Meteorologie)
- ❑ Flughafen für Testflüge
- ❑ Finanzmittel



Odonata - Human Powered Aircraft

Mit Menschenkraft zum Weltrekord



hpa.dresden@gmail.com



Odonata - Human Powered Aircraft

Karl Kühmstedt / Technischer Leiter
Thijs Daenen / Schatzmeister

Unsere Partner:

OrangeAerospace®
Keep expanding boundaries.

CTC



Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Institut für Makromolekulare Chemie



**INSTITUT FÜR LUFT- UND
RAUMFAHRTTECHNIK**



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**