



Theoriekurs Flugschulen Emmetten & Titlis

Aerodynamik

Themen

-Profilbezeichnungen Vermessung

-Profilformen

-Strömungslehre

-Kräfte

-Auftrieb & Widerstand

-Beiwerte & Luftdichte

-Gleitzahl & Polare

-Kurvenflug & Stabilitäten

Profilbezeichnungen

- Eintrittskante
- Austrittskante
- Profiltiefe
- Profildicke
- Skeletlinie
- Profilsehne

Profilbezeichnungen

1-Eintrittskante

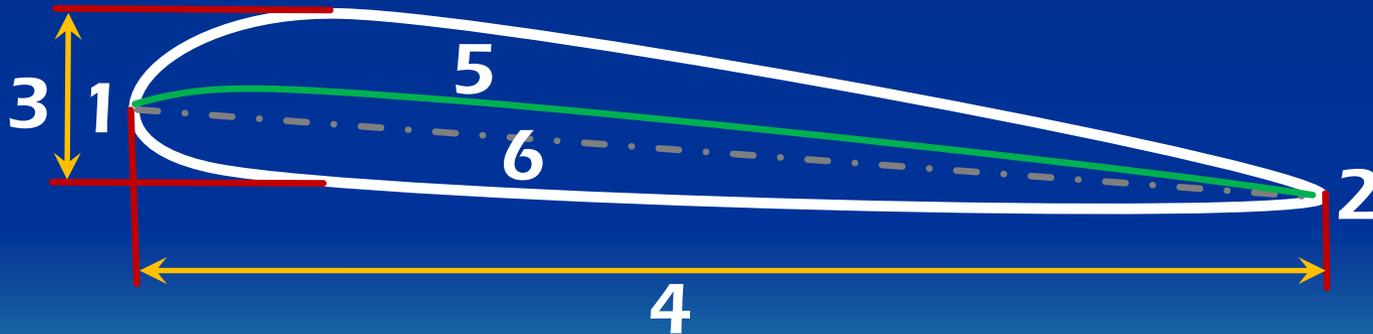
2-Austrittskante

3-Profildicke

4-Profiltiefe

5-Skeletlinie

6-Profilsehne



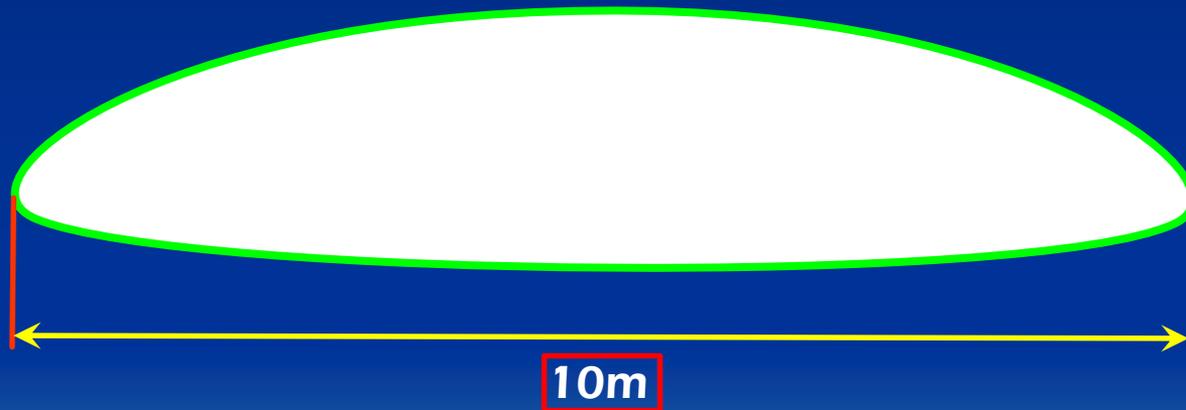
Profil Vermessung

- Spannweite
- Mittlere Flügeltiefe
- Fläche
- Flügelstreckung

Profil Vermessung

Die Spannweite

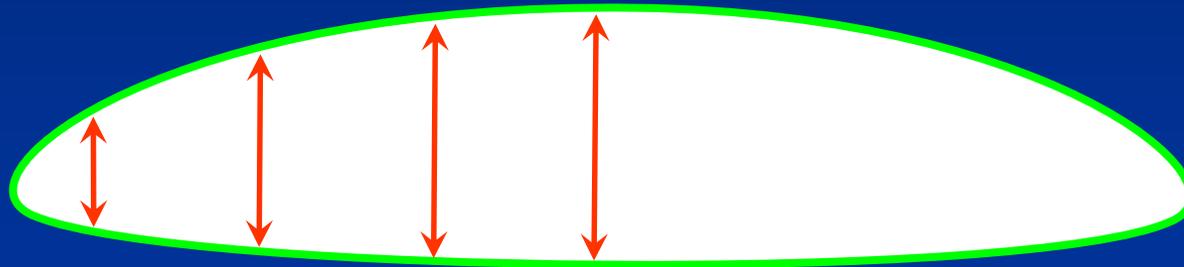
Bezeichnet den Abstand zwischen dem linken und rechten Flügelende



Profil Vermessung

Die mittlere Flügeltiefe

Bezeichnet den durchschnittlichen Abstand zwischen ein und Austrittskante

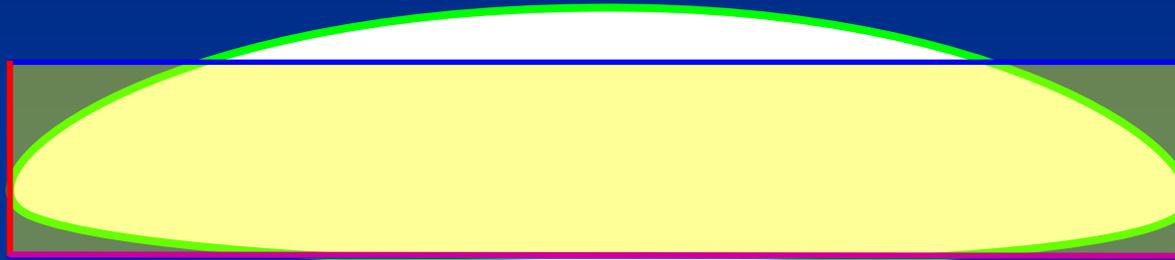


$$1.75\text{m} + 2.5\text{m} + 2.75\text{m} + 3\text{m} = 10/4 = 2.5\text{m mFt}$$

Profil Vermessung

Die Fläche

Resultier aus der mittleren Flügeltiefe und der Spannweite



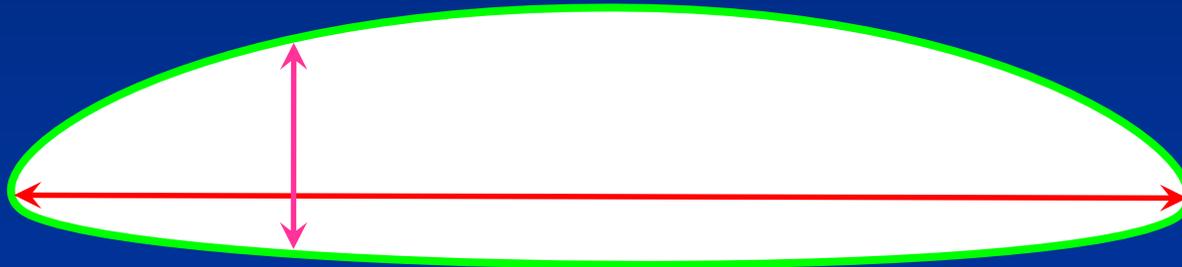
$$2.5\text{m} \times 10\text{m} = 25\text{m}^2$$

Die Durchschnittliche Flächenbelastung bei einem Modernen Gleitschirm
Liegt ca. bei $3\text{kg}/\text{m}^2$

Profil Vermessung

Die Flügelstreckung

Bezeichnet das Verhältnis zwischen Spannweite und mittlerer Flügeltiefe



Spannweite/m Flügeltiefe = Streckung

$$\boxed{10\text{m}} / \boxed{2.5\text{m}} = \boxed{4}$$

Profil Vermessung

Wichtige Formeln

Wie rechnet sich was

$$\text{Fläche} = \text{Spannweite} \times \text{mittlere Flügeltiefe}$$
$$10\text{m} \times 2.5\text{m} = 25\text{m}^2$$

$$\text{Flächenbelastung} = \text{Gesamtgewicht} / \text{Fläche}$$
$$80\text{kg} / 25\text{m}^2 = 3.2\text{kg/m}^2$$

$$\text{Streckung} = \text{Spannweite}^2 / \text{Fläche}$$
$$10\text{m}^2 / 25\text{m}^2 = 4$$

$$\text{Oder Spannweite/mittlere Flügltiefe}$$
$$10 / 2.5 = 4$$

Profilformen

Symmetrisch



Asymmetrisch



S-Schlag



Rund Magnus



Strömungslehre

- Strömende Medien
- Bernoulli
- Strömungs Geschwindigkeit
- Strömungs Arten
- Strömung am Profil

Strömungslehre

Was sind Strömende Medien?

-Flüssigkeiten

-Gase

In unserem Fall interessieren uns die Gase respektive die Luft.

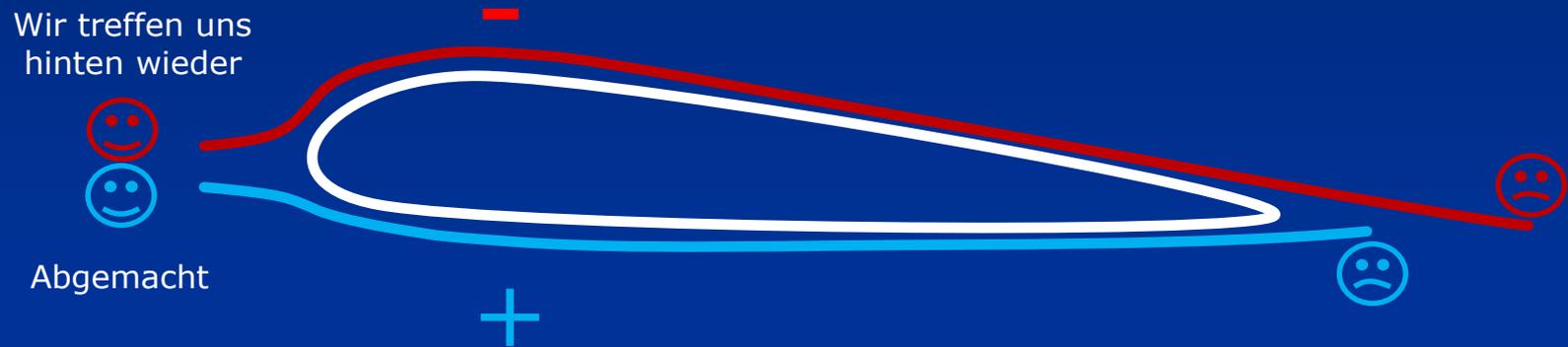
Strömungslehre

Strömung am Flügel



Strömungslehre

Strömung am Flügel



Grössere Geschwindigkeit ergibt nach dem Gesetz von Bernulli eine grösseren Unterdruck.

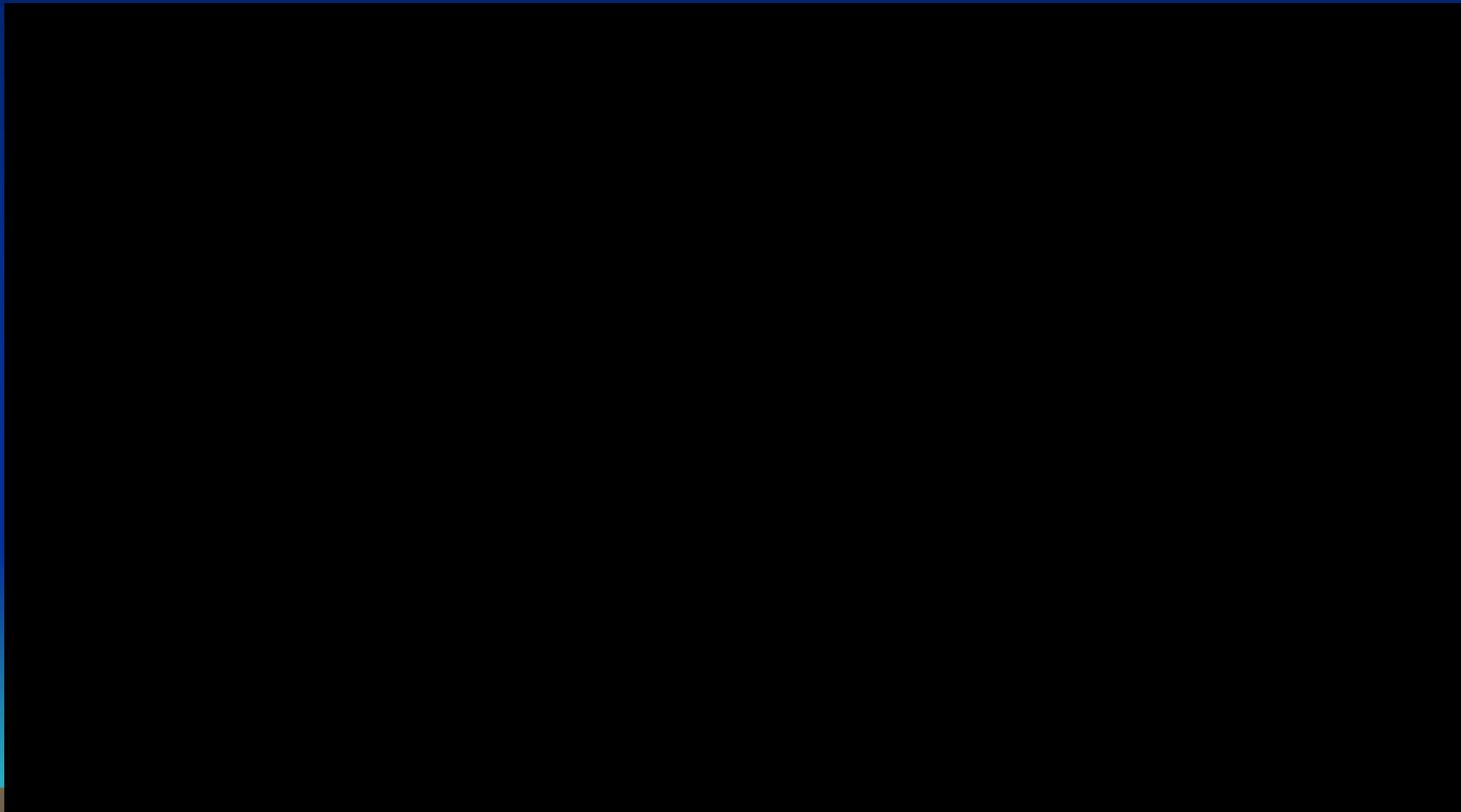
Strömungslehre

Strömung am Flügel



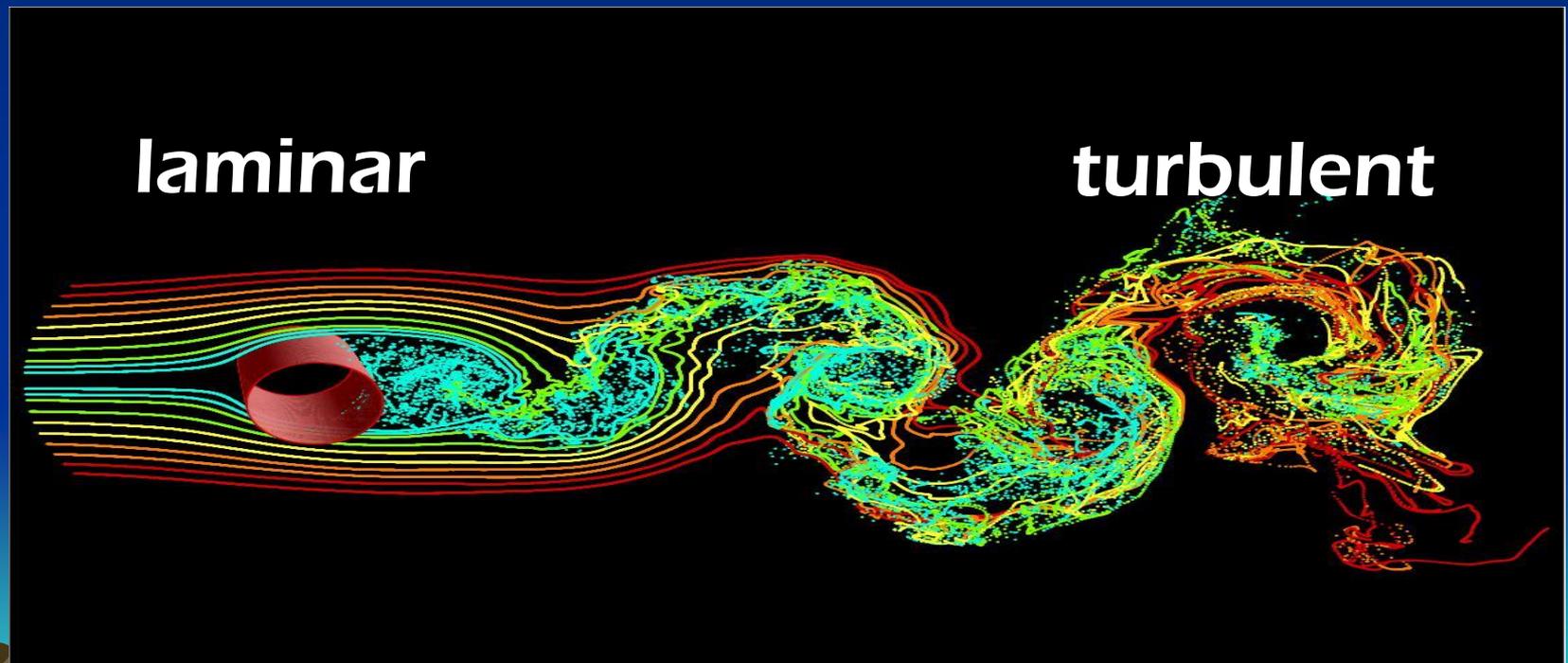
Strömungslehre

Strömung am Flügel



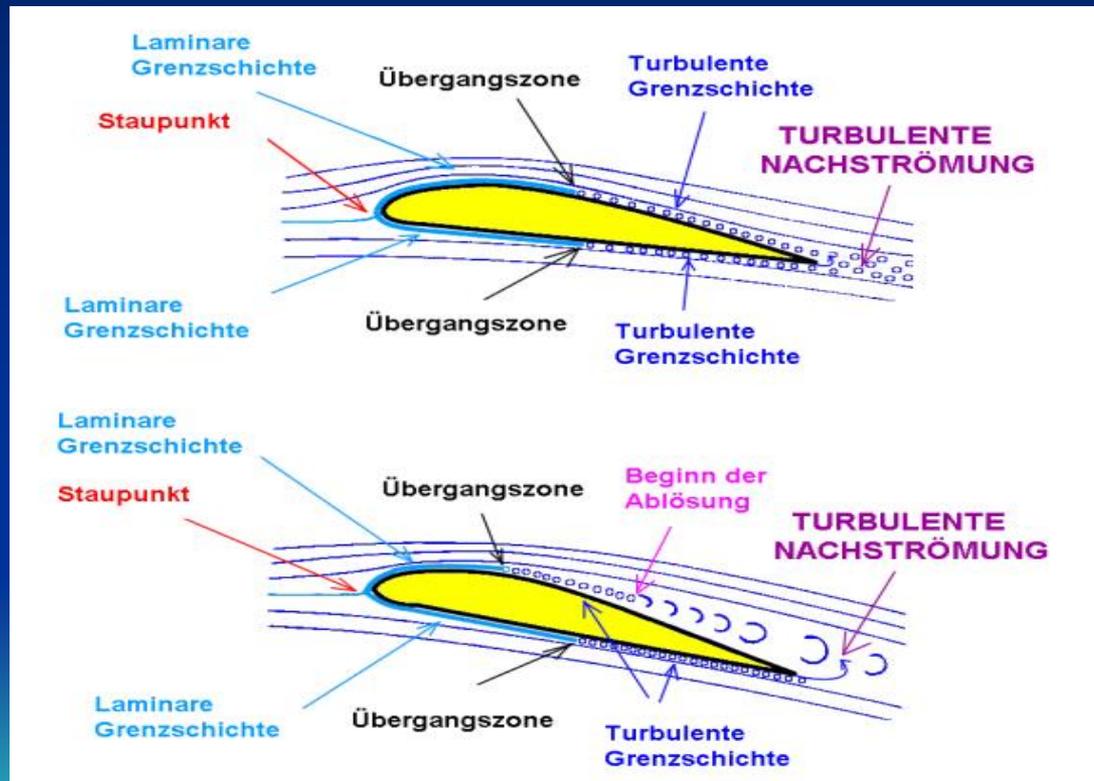
Strömungslehre

Strömungsarten:



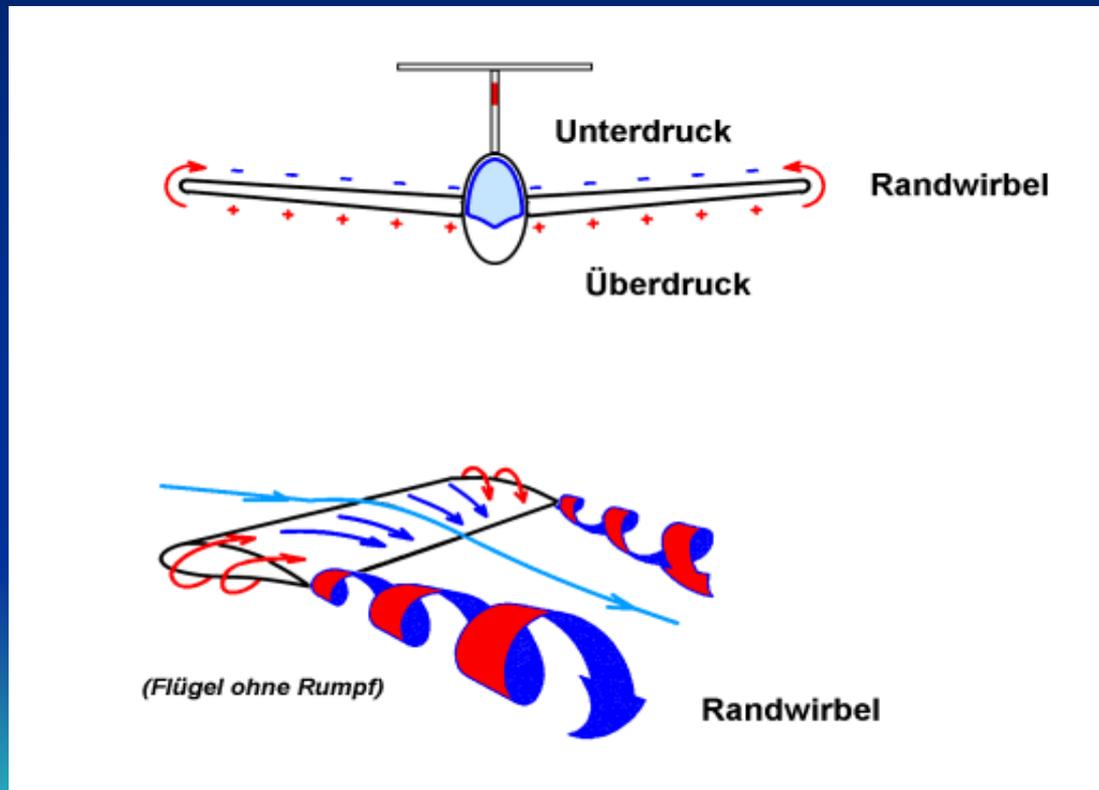
Strömungslehre

Strömung am Profil:



Strömungslehre

Randwirbel & Co:



Strömungslehre

Wichtig!!!!!!

Doppelter Fläche = Doppelter Widerstand

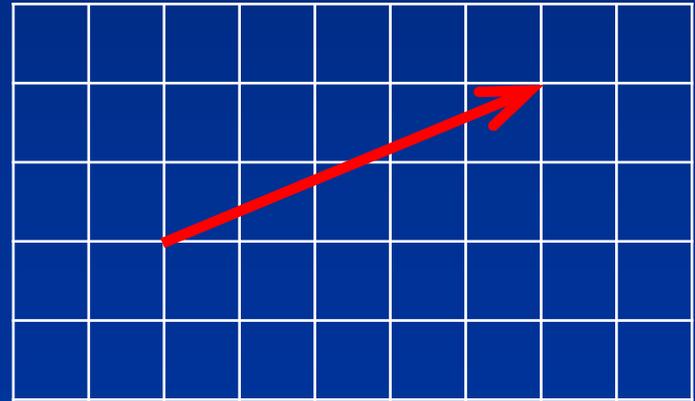
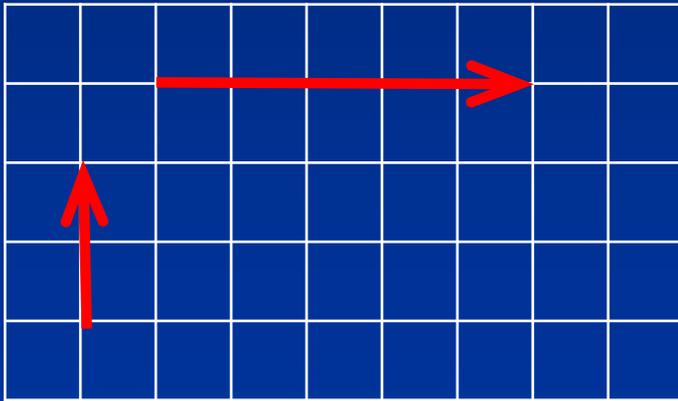
Doppelte Strömung = Vierfacher Widerstand

Kräfte

- Kraftvektoren Diagramm
- Kraftvektoren Rechnen
- Kraftvektoren am Profil
- Resultierende Luftkraft am Profil

Kräfte

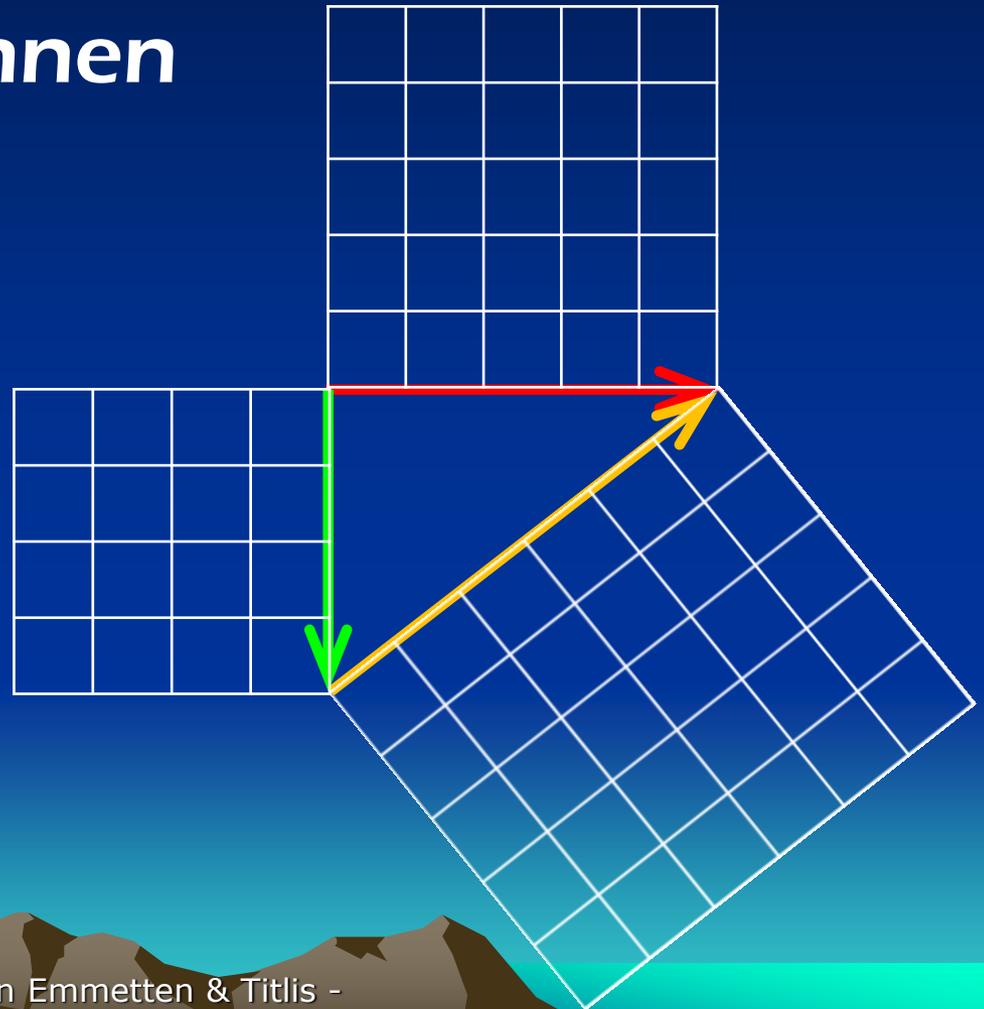
Kraftvektoren Diagramm



Kräfte

Kraftvektoren Rechnen

$$a^2 + b^2 = c^2$$

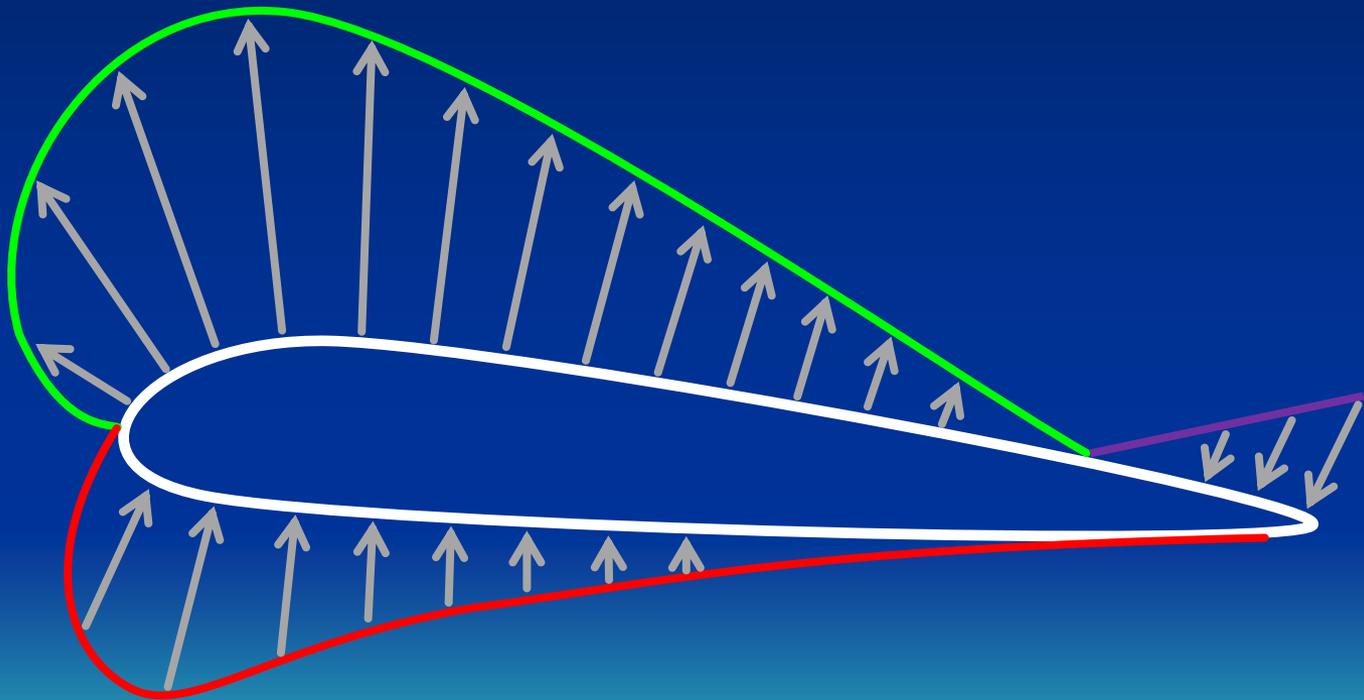


Auftrieb

- Verteilung hinten /vorne
- Verteilung oben / unten
- Verteilung links / rechts
- Formel

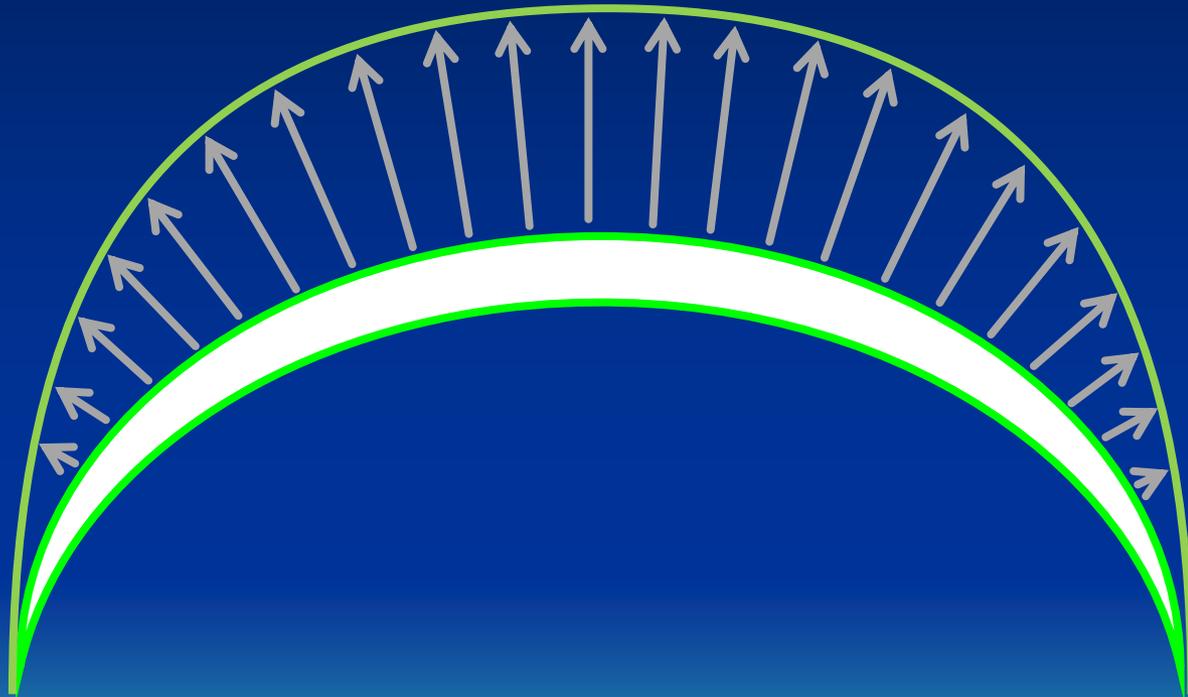
Auftrieb

Verteilung hinten /vorne /oben /unten



Auftrieb

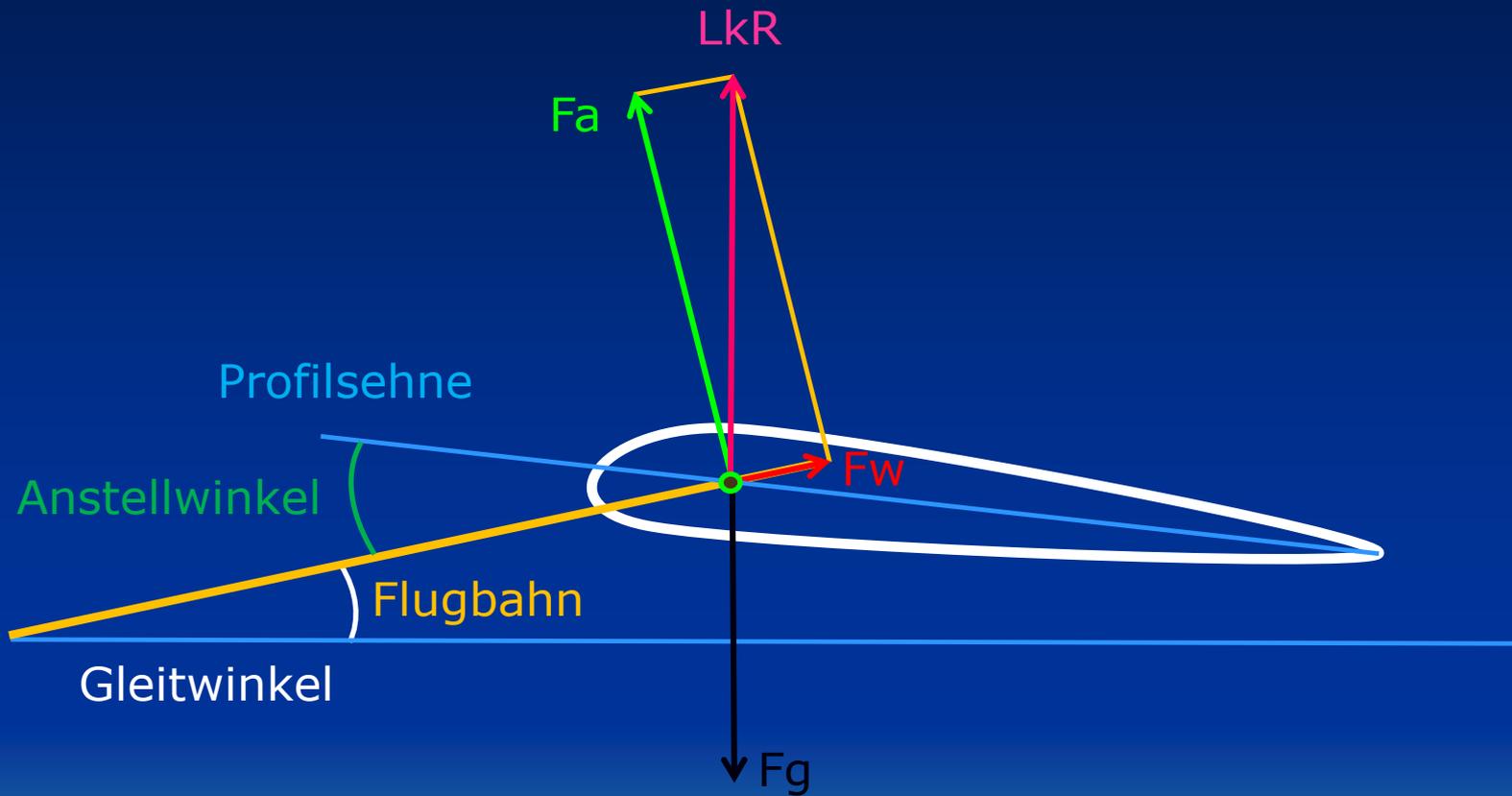
Verteilung links / rechts



Widerstand

- Profil-Widerstand
- Induzierter-Widerstand
- Leinen-Widerstand
- Piloten-Widerstand
- Flächenveränderung
- Strömungsveränderung V

Widerstand/Auftrieb



Beiwerte



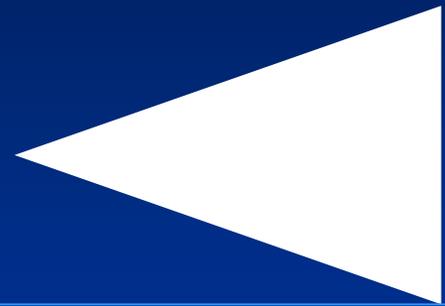
$C_w 1,3$



$C_w 1,1$



$C_w 0,3$



$C_w 0,2$



$C_w 0,1$

Luftdichte

- Start in grosser Höhe
- Luftdichte zu Auftrieb & Widerstand
- Geschwindigkeit Kompensation
- Rechnung 0 zu 4000m

Gleitzahl

-Verhältnis zwischen??

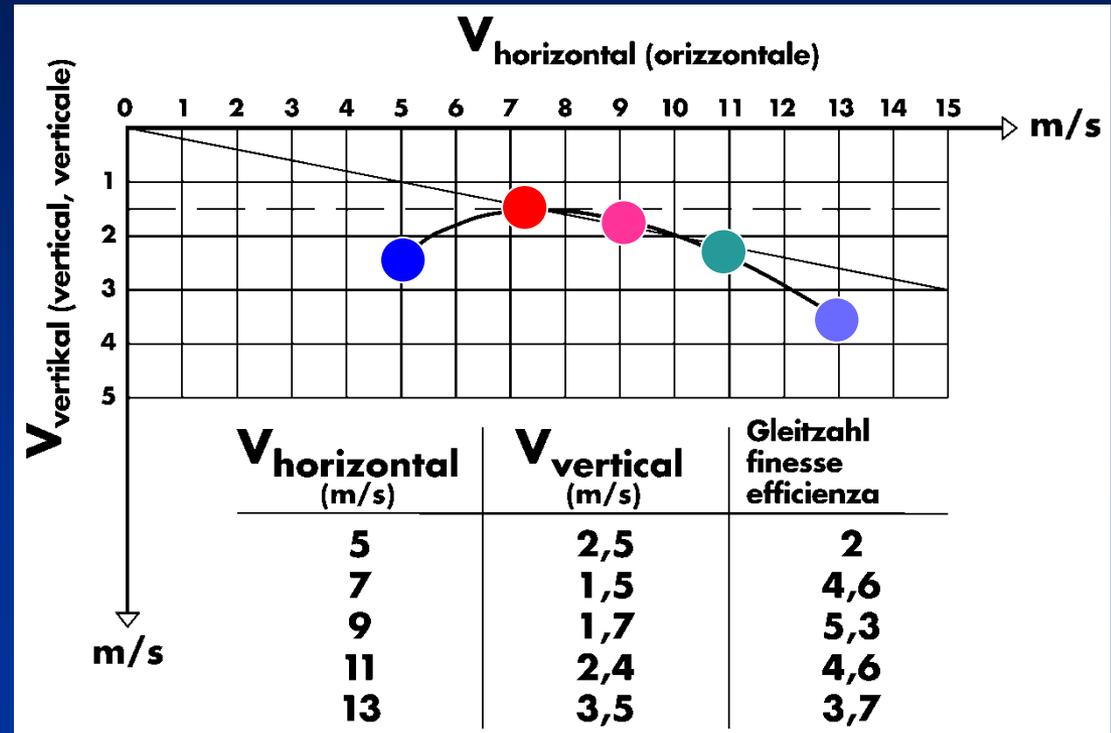
-Gleitwinkel

-Beeinflussung durch Wind & Thermik

Polaren Diagramm

Geschwindigkeitspolare

- M** = Mindestgeschwindigkeit
- S** = Minimalstes Sinken
- T** = Trimmgeschwindigkeit
- B** = Beschleunigter Flug
- G** = Bestes Gleiten



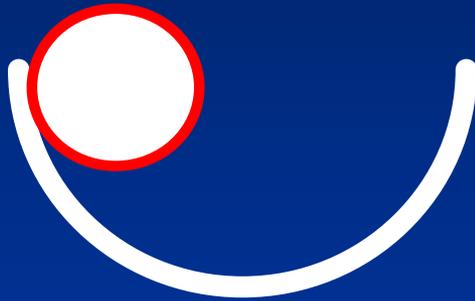
Stabilitäten

-Stabil

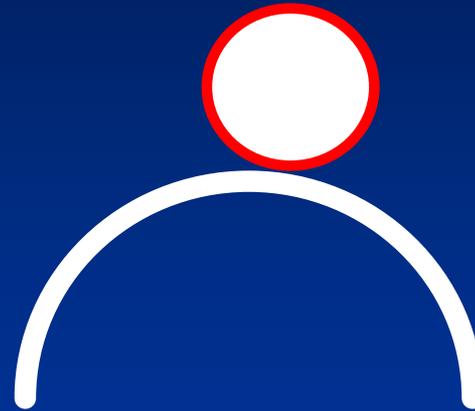
-Labil

-Indifferent

Stabilitäten



Stabil



Labil



Indifferent

Aerodynamik



Fragen?

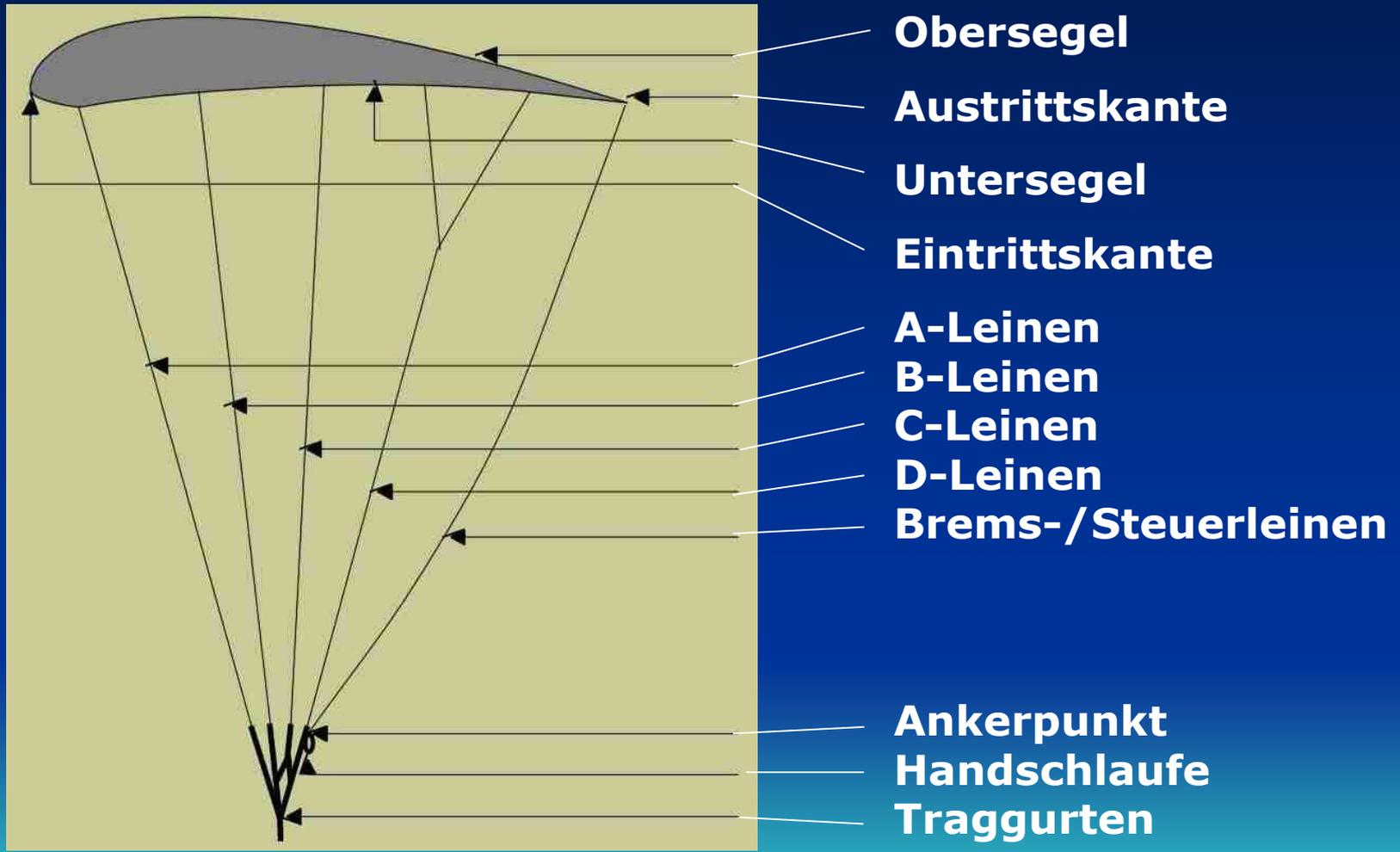
Materialkunde



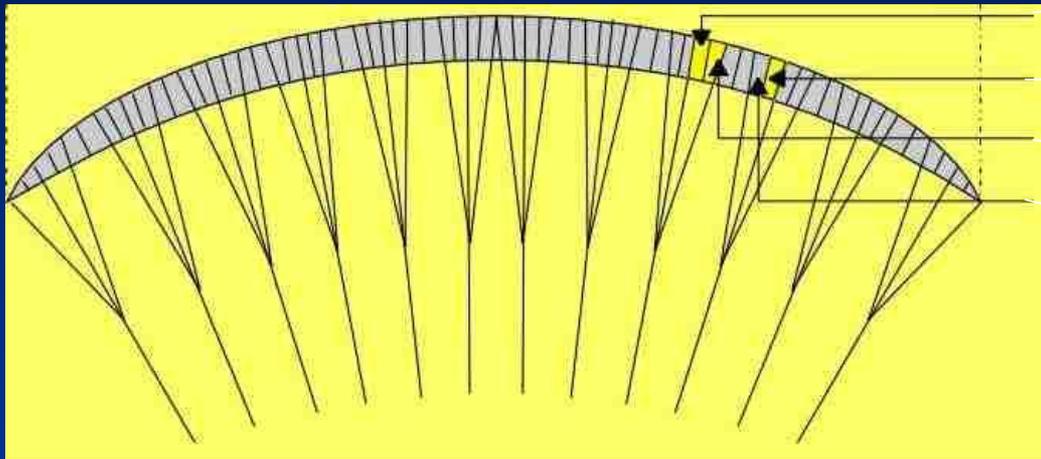
Bauteile



Bauteile



Bauteile



Zelle

Kammer

Zellwand

Zellzwischenwand

Gleitschirmtücher

Polyamid (Nylon)

Polyester

+

leicht
(Klappverhalten, Tragkomfort)

geringe Dehnung
farbechter

Beschichtung

Mylar

Silikon

Polyurethan

+ geringe Dehnung
in der Diagonalen

wasser-
abstossend

relativ weich
(Klappverhalten)

Wozu eine Beschichtung?

- Porosität
- UV-Schutz
- Mechanische Belastbarkeit
- Dehnungsverminderung

Was schadet dem Tuch?

- über den Boden Schleifen
- langes UV-Licht
- zu hohe Feuchtigkeit

-> Beschichtung wird zerstört
-> Porosität wird vergrößert
-> Sackfluggefahr!

• Wasser / Sand
• aggressive Reinigungsmittel

Leinen

Aramid (Kevlar)

- + • wenig Dehnung
- hoher Schmelzpunkt

Dyneema (Polyethylen)

- weniger knickempfindlich
- UV-beständiger

Der Mantel aus **Polyester** verbessert einige Eigenschaften.

Materialkunde



Fragen?