

Modellflug und Luftfahrt

- Ein Streifzug durch Geschichte
und Physik der Luftfahrt -

Hans Langenhagen

FAI-CIAM-Meeting/SC Education, April 2019



Die ewige Sehnsucht der Menschheit:

fliegen können!



Vier Drachen spannt ich vor den
Wagen, bestieg den Feuervogel
dann. Und so im Staub und Sturm
flog ich zur Höhe.

K'üh Jüan, etwa 300 v. Chr.

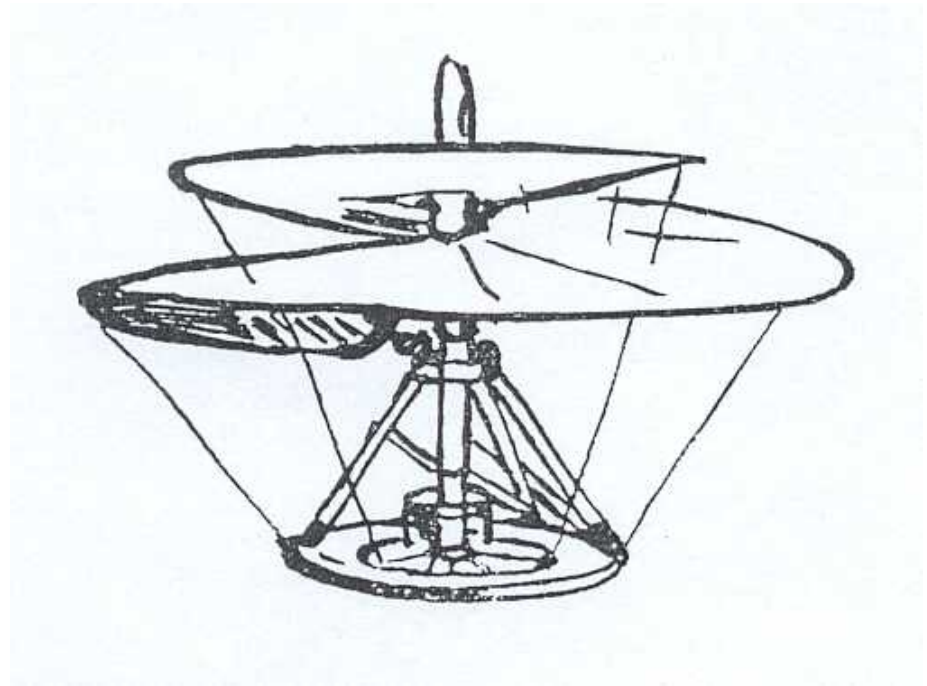
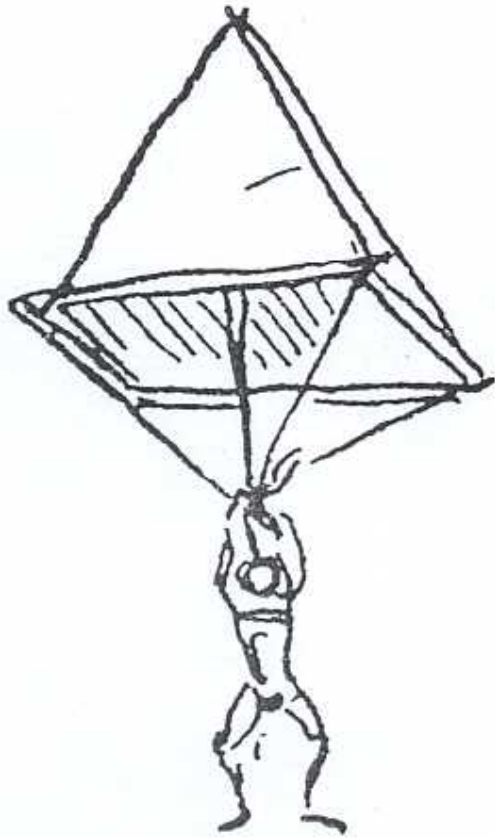


Dädalus und Ikarus



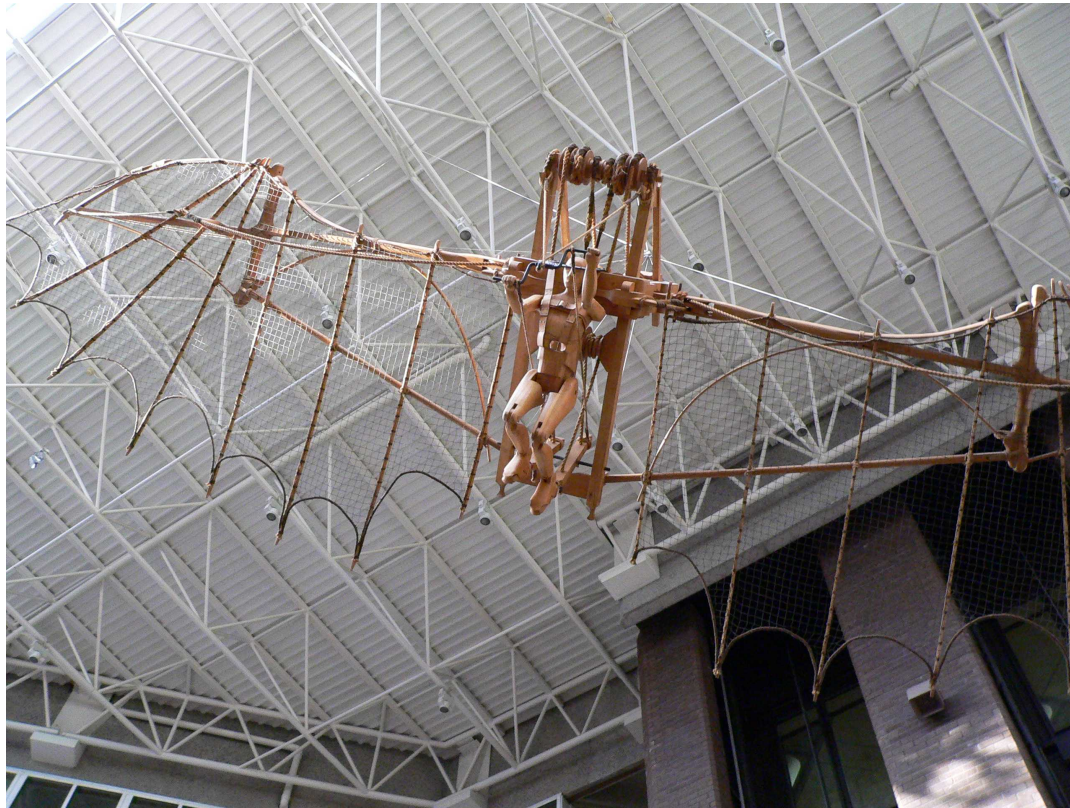
– der erste
Flugunfall in der
Geschichte der
Luftfahrt

Wissenschaftliche Entwicklungen durch Leonardo da Vinci (1452-1519)



1485: Fallschirm und .. Hubschraube als Vorgriff auf den Propeller

Wissenschaftliche Entwicklungen durch Leonardo da Vinci (1452-1519)

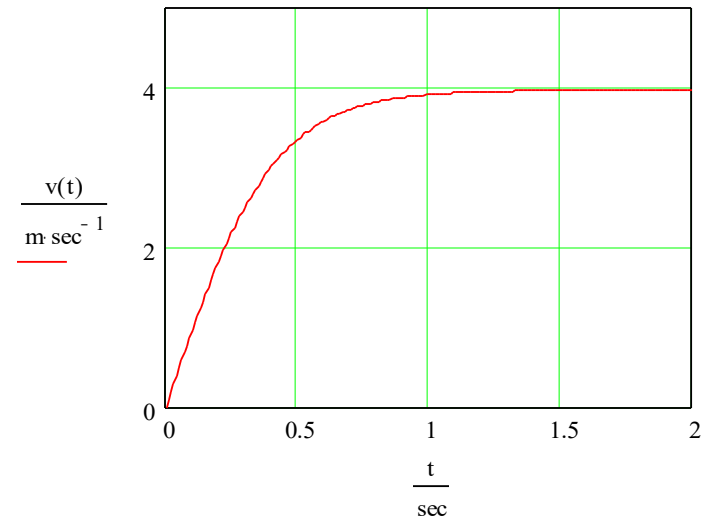
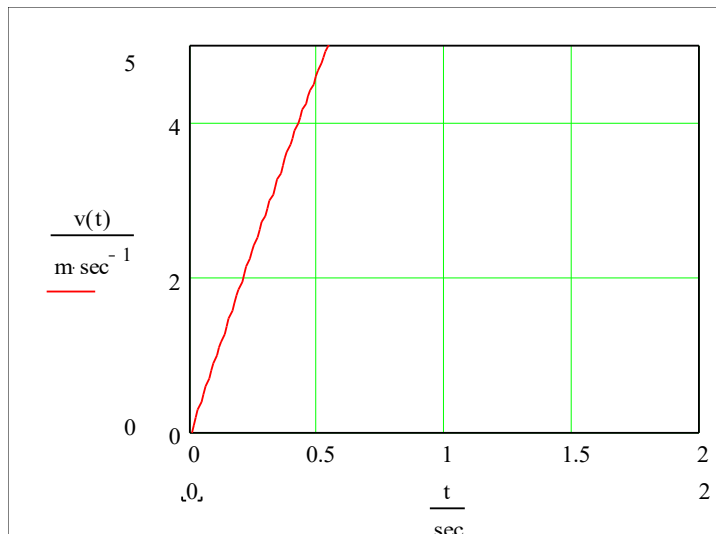


später: Vorschlag für eine Flugmaschine (University of Limerick)

wie wirkt ein Fallschirm?

- freier Fall ohne „Bremse“
- Körper mit „Bremse“

Zahlenbeisp: mass = 1kg, A = 1m²

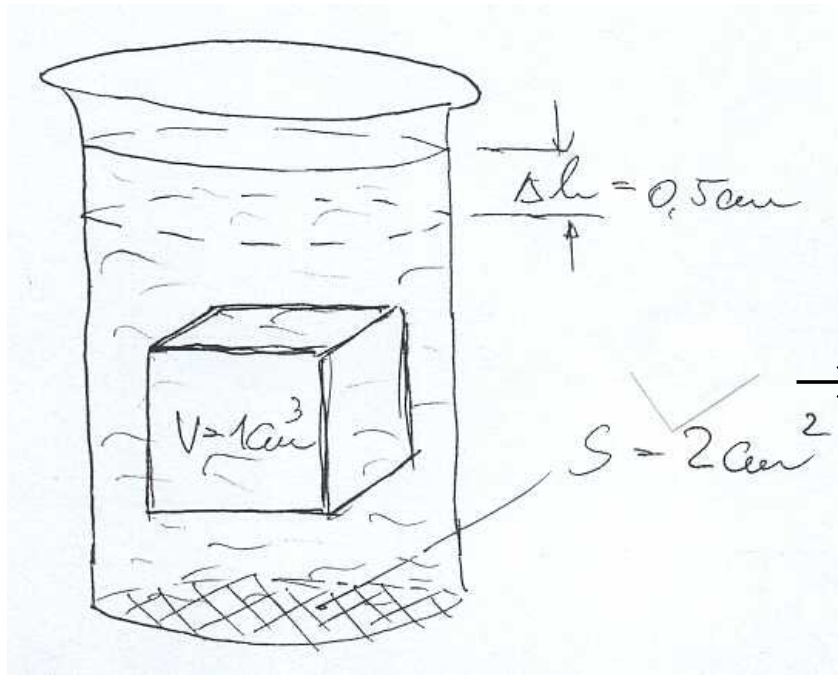


Erster Aufstieg 1783 – Gebr. Montgolfier



- Ein unbemannter Ballon mit $V = 20\text{m}^3$ zerreist die Halteseile und bleibt 10min lang in der Luft
- Kurze Zeit später steigt ein Ballon mit Personen auf, überquert Paris und landet wohlbehalten am Stadtrand; die Fahrt dauert 25min.
Die Bevölkerung begleitet die Fahrt mit großem Jubel.
- Warum aber stieg der Ballon auf ?

Erklärungshilfe: Körper im Wasser



- Er verdrängt genau soviel Wasser, wie sein Volumen groß ist;

- aber:

wann steigt der Körper auf,
wann geht er unter?

→ hängt von den beiden Massen ab!

$m_{\text{Wasser}} > m_{\text{Körper}}$: er steigt auf

$m_{\text{Wasser}} < m_{\text{Körper}}$: er sinkt

und wegen $m/V = \rho$ (Dichte) →

$\rho_{\text{Wasser}} > \rho_{\text{Körper}}$: er steigt auf

$\rho_{\text{Wasser}} < \rho_{\text{Körper}}$: er sinkt

Noch mehr Körper im Wasser!



Im Toten Meer ist der Salzgehalt so hoch, daß ein Eintauchversuch scheitert: der Körper schwimmt immer oben !

Die Erde und ihre Parameter



Radius: 6400km

Masse: $6 \cdot 10^{24}$ kg

Erddichte: 5.47 kg/dm^3

Fe und Si herrschen vor

Magnetfeld: $50 \mu\text{Tesla}$

Lufthülle: ca 100km

Luftsdichte: $1,25 \text{ kg/m}^3$

Die Lufthülle wird
infolge Schwerkraft-
wirkung der Erde
gehalten.

Analogie: Wasser - Luft

Bringt man einen Körper in die Luft, der leichter als diese ist - also eine geringere Dichte hat – so drückt die Luft ihn nach oben.



Beispiel für Gase, die leichter als Luft sind:

	Wasserstoff	Helium	Luft/100°C	Luft/0°C
ρ in kg/m^3	0.15	0.178	1.05	1.31

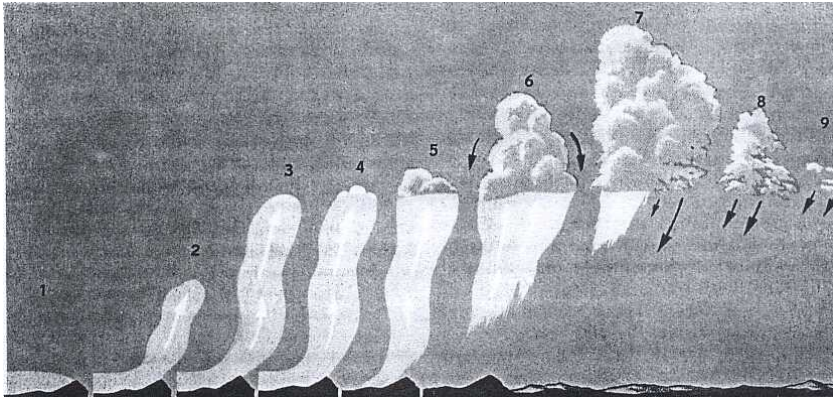
Wasserstoff ist sehr gefährlich (brennbar), Helium ist teuer in der Herstellung.

Ein Heißluftballon ($\theta \approx 100^\circ\text{C}$) mit einem Volumen von etwa

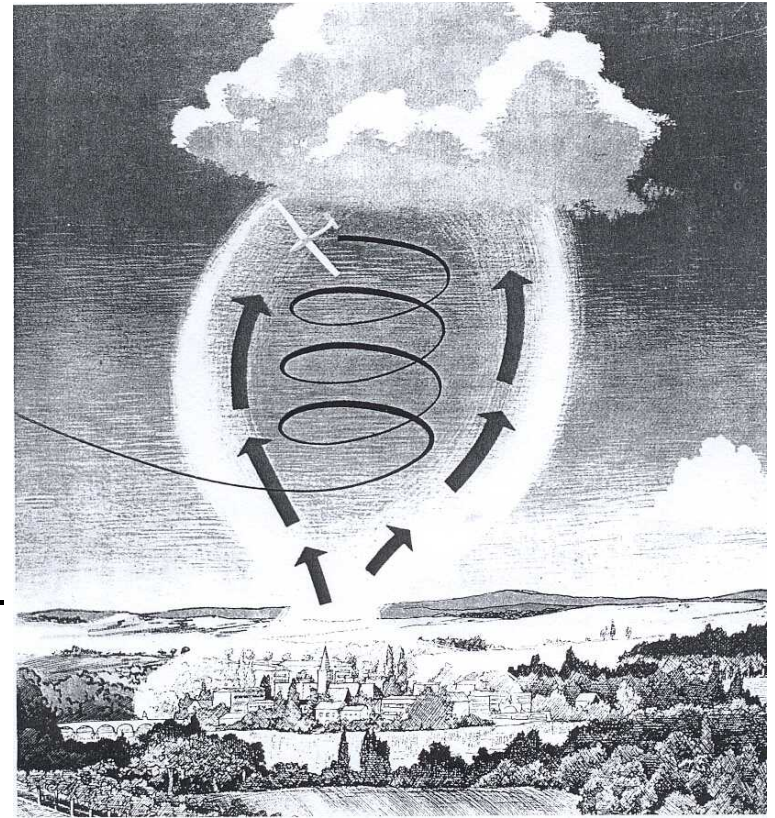
$V \approx 1\text{m}^3$ trägt eine Nutzmasse von $m_{\text{nutz}} \approx 300\text{g}$;

$V \approx 3000\text{m}^3$ trägt eine Nutzmasse von $m_{\text{nutz}} \approx 900\text{kg}$.

Statischer Auftrieb – auch in der Natur



Knallt die Sonne auf Wiesen und Felder, so geben die Flächen unterschiedlich stark die Wärme an die Luft ab (Rückstrahlung).



Die Dichteunterschiede führen zur Ausbildung - und schließlich zur Ablösung - von Warmluftblasen.

Aber: nun zum fliegen !

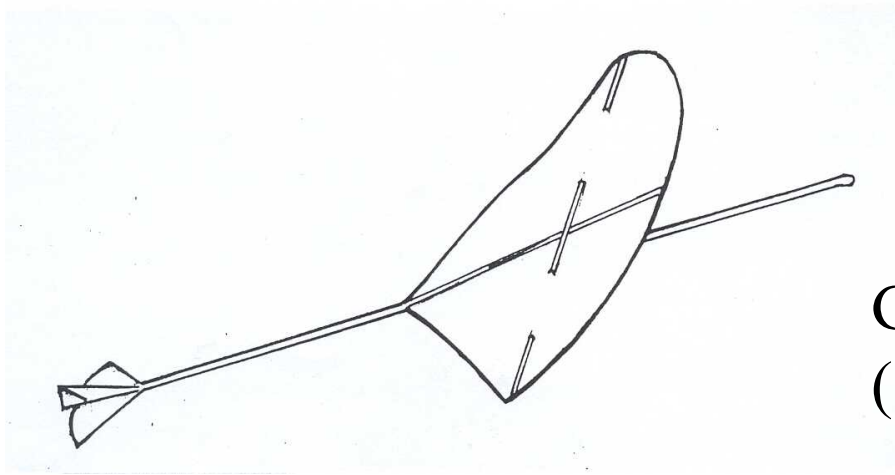
fliegt ein Brettchen?

→ es rotiert

bei richtiger Schwerpunkteinstellung:

→ könnte es fliegen

jedoch: Stabilisierung mit Leitwerk ist viel besser!

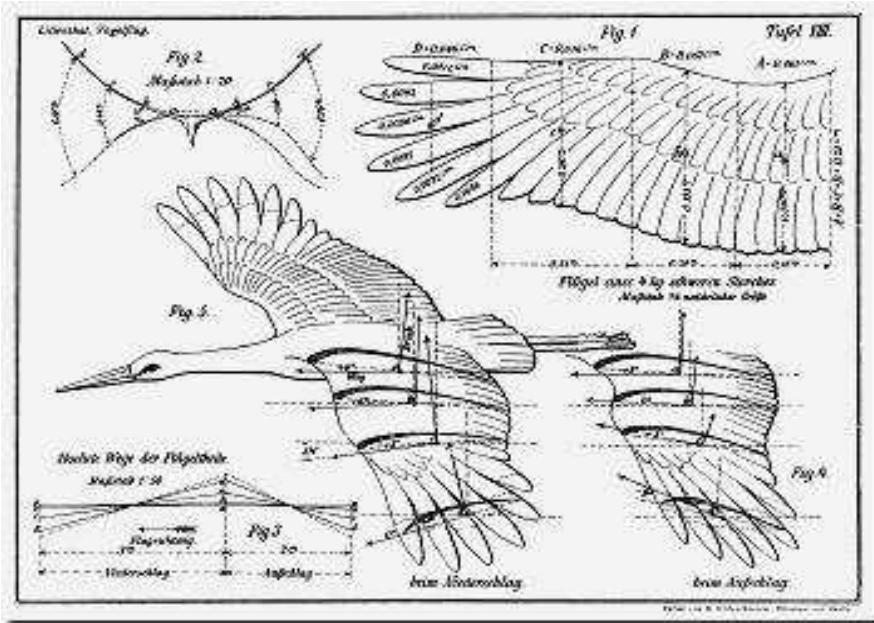


Gleiter nach Sir George Cayley
(1773-1857), 1807 konstruiert

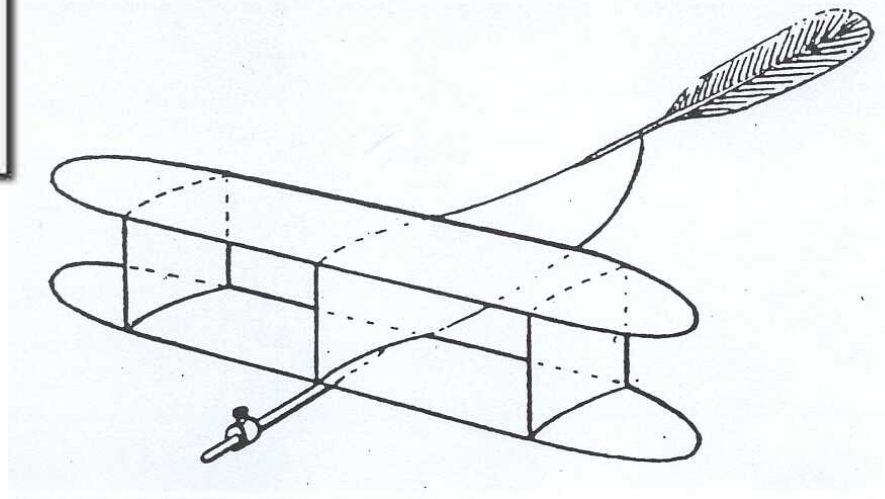
Weitere Versuche im Modellbereich

Otto Lilienthal beobachtet Störche und studiert so den Vogelflug.

Buch: Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst

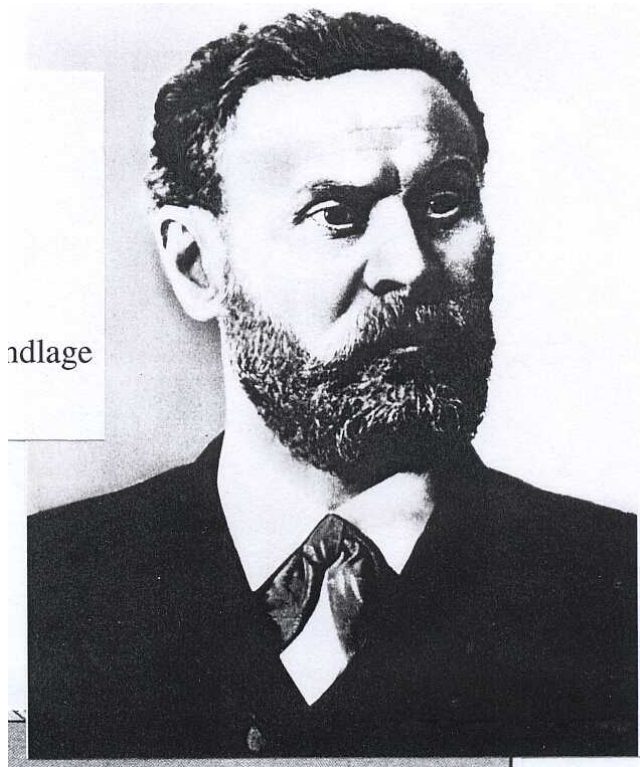


Er baut einen Doppeldecker;
mittels Gewichtsverschiebung
findet er die günstigste Schwer-
punktlage.



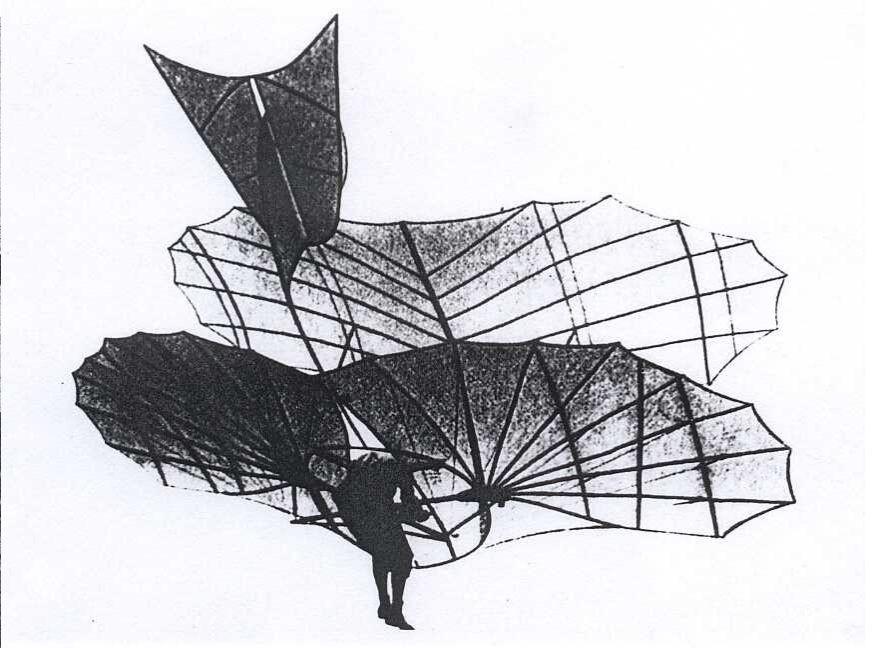
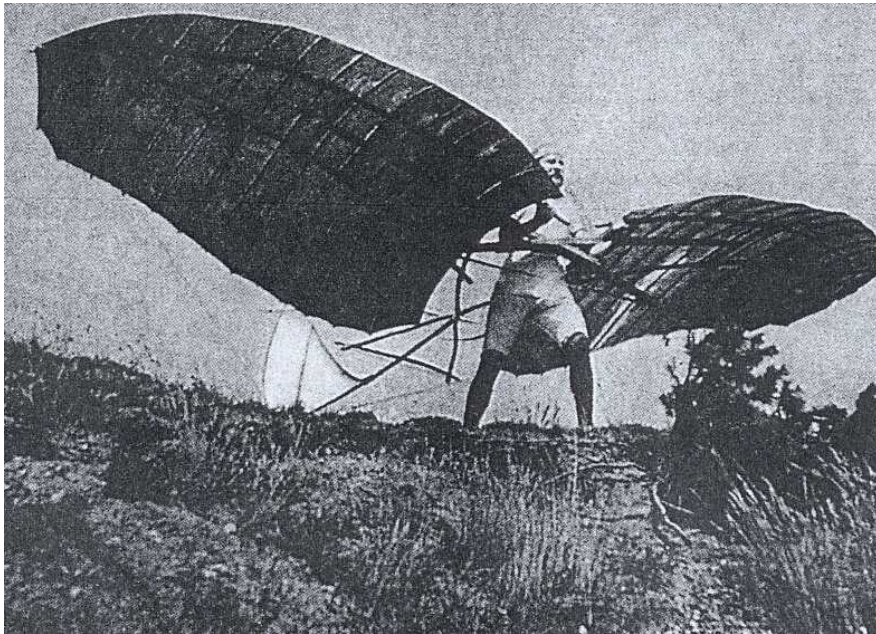
Und dann ging es richtig los!

Lilienthal (1848 – 1896): Erfinder des Flugzeugs und Flugpionier



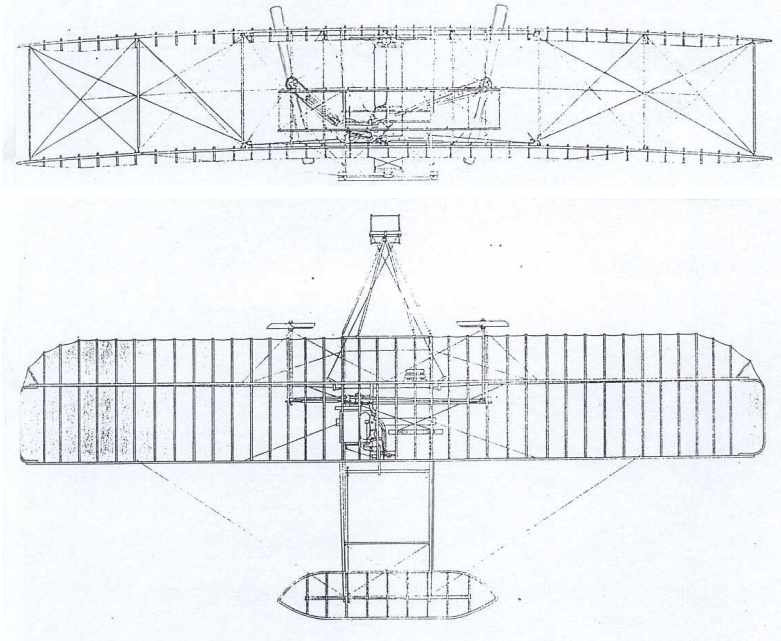
Profile untersucht er in einem Rundlauf - der Windkanal war noch nicht erfunden

Segelflug durch Lilienthal



1891 erreichte er bei Derwitz/Nähe Potsdam Flugweiten von 25m

Motorflug durch Gbr. Wright



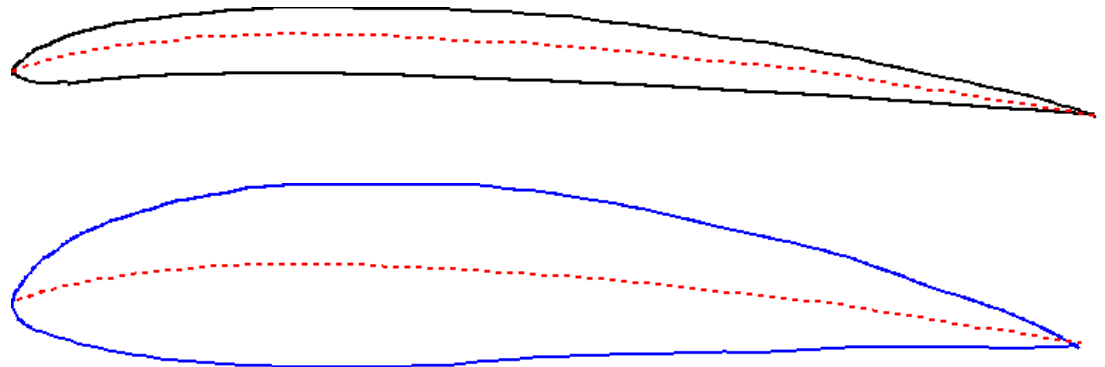
Gebr. Wright, USA, schafften die nächste Etappe: 1903 flog das erste Motorflugzeug der Welt.

Verbesserungen durch Junkers

(1859 – 1935)

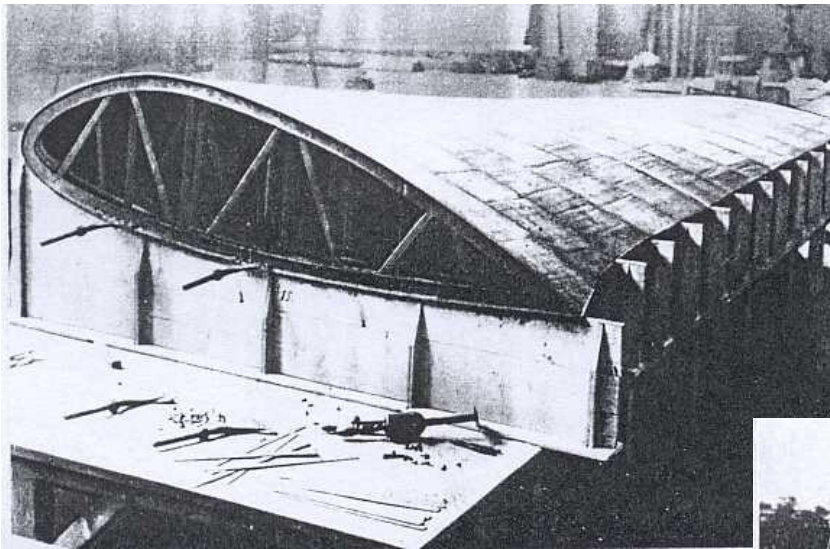


Untersuchungen zum „dicken Profil“
führten zum freitragenden Flügel



Idee: Wölbung (rote Linie) beibehalten, aber Dicke vergrößern

Tragflügel ohne Verspannungen



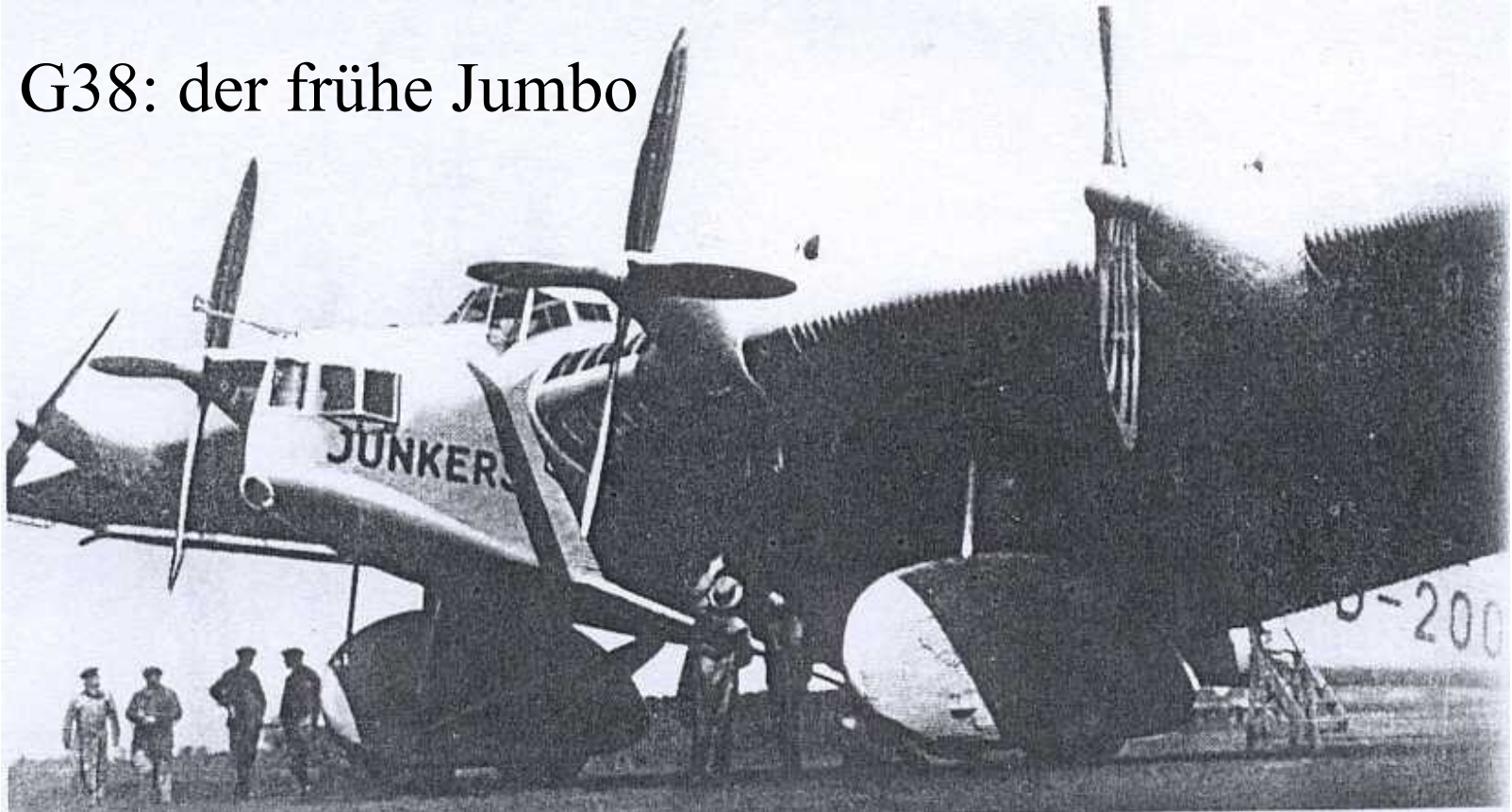
Dicker Tragflügel ermöglicht
innere Verstrebungen

→fester, freitragender Flügel,
→Anwendung „Blechesele“



Junkers - Verkehrsflugzeuge

G38: der frühe Jumbo



- Erstflug November 1929
- die Motoren wurden im Flug gewartet
- nur 3 Exemplare gebaut
- „fliegendes Hotel“ mit Küche und Salon

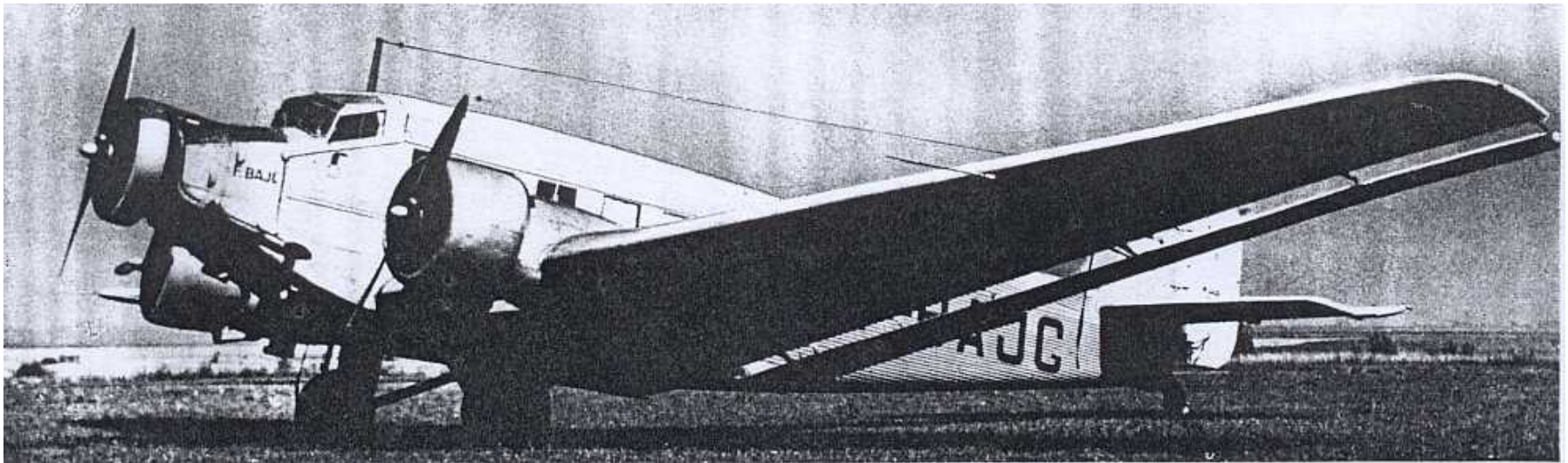
Junkers - Verkehrsflugzeuge



Die Junkers G 38, ein viermotoriges Groß-Verkehrsflugzeug in Mitteldeckeranordnung, am 4. September 1932 auf dem Flughafen in Hellerau.

Junkers - Verkehrsflugzeuge

JU52: Prototyp des Verkehrsflugzeuges



- Erstflug März 1932
- 17 Passagiere
- in 5000 Exemplaren gebaut
- Standardflugzeug bei 30 Luftverkehrsgesellschaften

Junkers - Verkehrsflugzeuge

JU52: sie fliegt noch heute



Junkers - Verkehrsflugzeuge

JU52: sie fliegt noch heute



April 2005: Erstflug des A380

Luftfahrt



A3XX-100

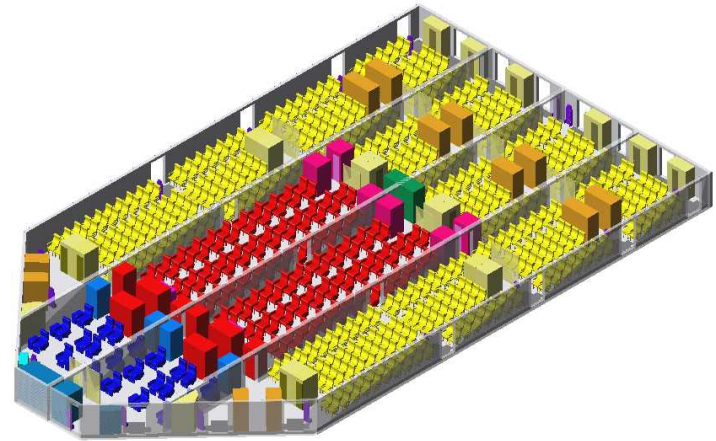
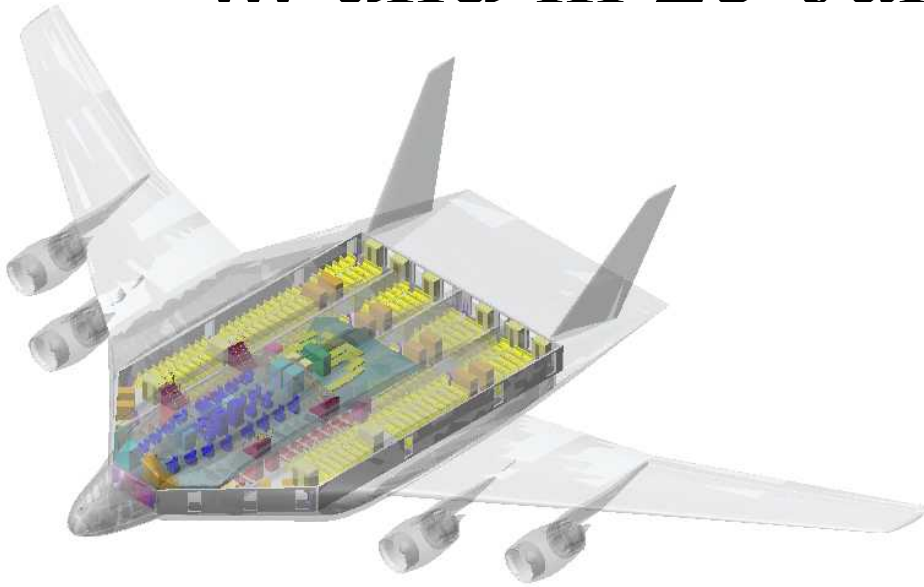
- Der Super-Airbus mit dem Projektnamen A3XX soll dreistöckig mit zwei Passagier- und einer Frachtedecke sein.
- 656 Passagiere kann er befördern. Die Reichweite wird etwa 14 200 Kilometer betragen.
- 73 Meter lang wird der A3XX; damit ist er äußerlich kaum größer als das Konkurrenzmodell 747-400 von Boeing.
- Die Spannweite wird bei 79,80 Metern liegen. Foto: dpa

Europas Supervogel schlüpft

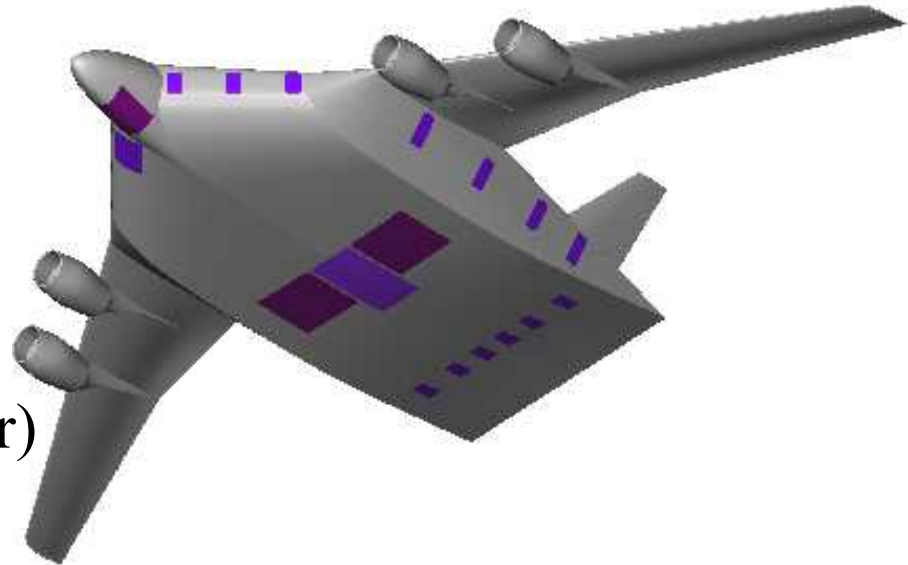
Airbus A3XX: Hamburg und Toulouse teilen sich die Montage / Etwa 50 Bestellungen / Bis zu 50 000 neue Jobs

Von den Luftfahrtbehörden für 500 bis 550 Passagiere zugelassen

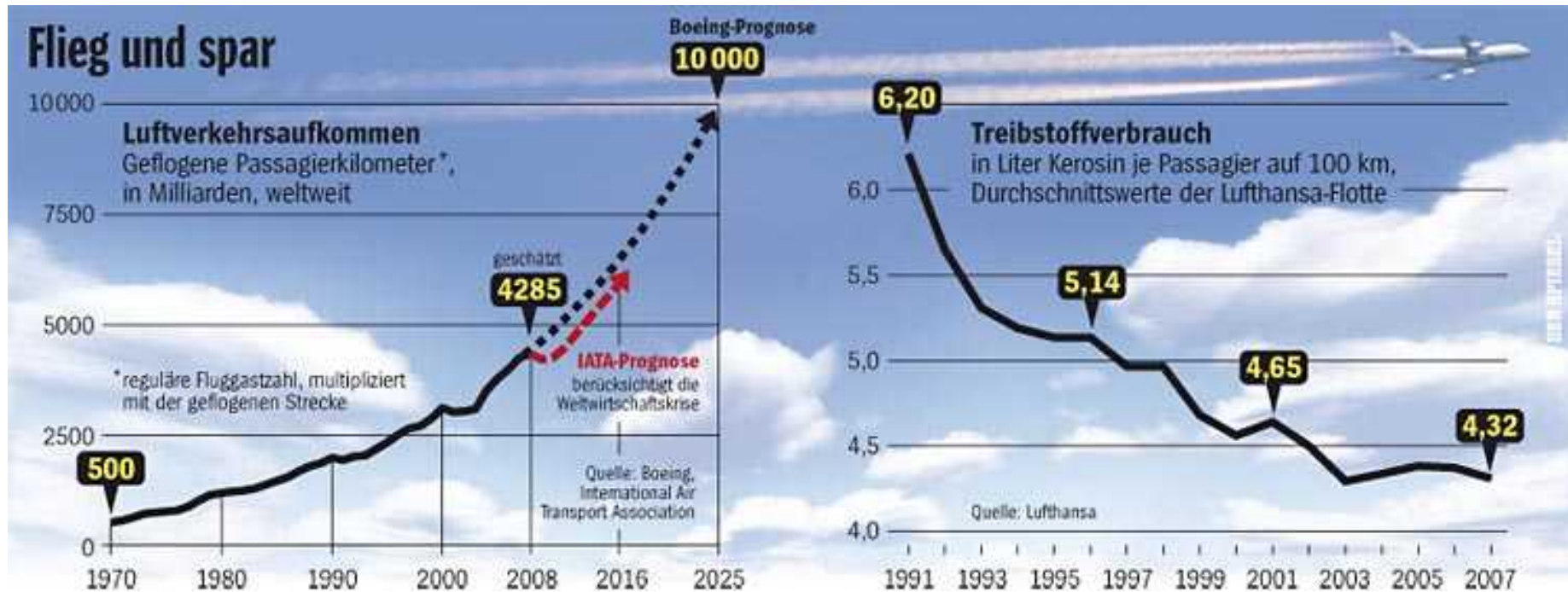
... und in 25 Jahren vielleicht:



- blended wing body configuration
- Passagierzahl ≥ 1000
- AC2030 - Vorentwicklung an der FH Hamburg begann (Demonstrator)



Brauchen wir denn überhaupt so große Flugzeuge?



Die Boeing Statistik zeigt:
alle 12 bis 15 Jahre verdoppelt sich das Passagieraufkommen!

Aber leider ...

- änderten die Passagiere ihr Flugverhalten: sie wollten nicht mehr über die großen Umsteigedrehscheiben (sog. Hubs) fliegen, wie Frankfurt, London, New York, Dubai and Tokyo, für welche die A380 gemacht war
- fliegt die A380 nur rentabel, wenn alle Plätze besetzt sind
- wurde die Maschine immer weniger nachgefragt, sodass im Januar 2019 AIRBUS ankündigte, die Produktion dieses Typs zu drosseln und 2021 zu beenden. Dann werden statt der einstmals geplanten 1500 Stck A380 nur 280 Stck gebaut worden sein.

Warum aber fliegt nun solch ein Brocken?

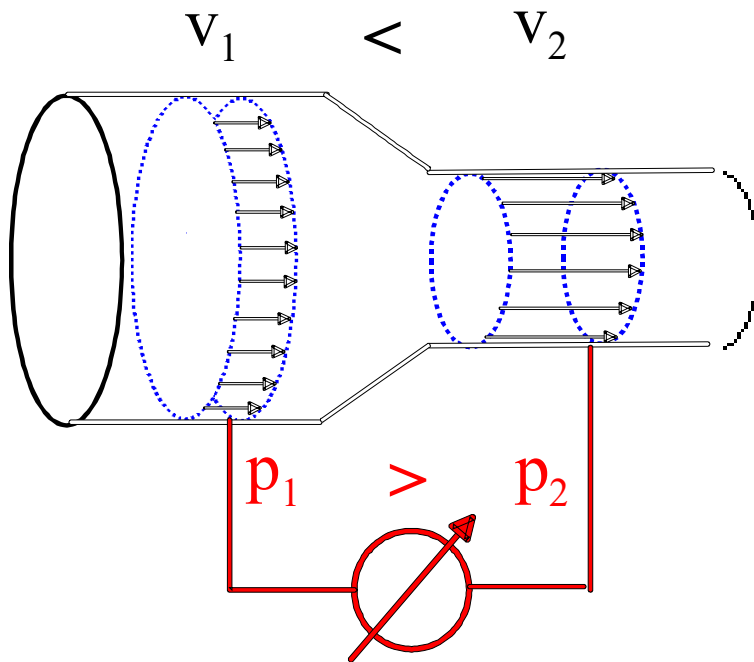
Jetzt ist wieder der Druck gefragt – diesmal der reduzierte

Trinken mit dem Strohhalm aus einem Tetrapack: saugen

Wir erzeugen geringeren - d.h. Unterdruck - im Mund:
der Luftdruck im Karton drückt die Fanta nach oben

Wer oder was aber „saugt“ da an einem Tragflügel?

Unterdruck in Strömungen



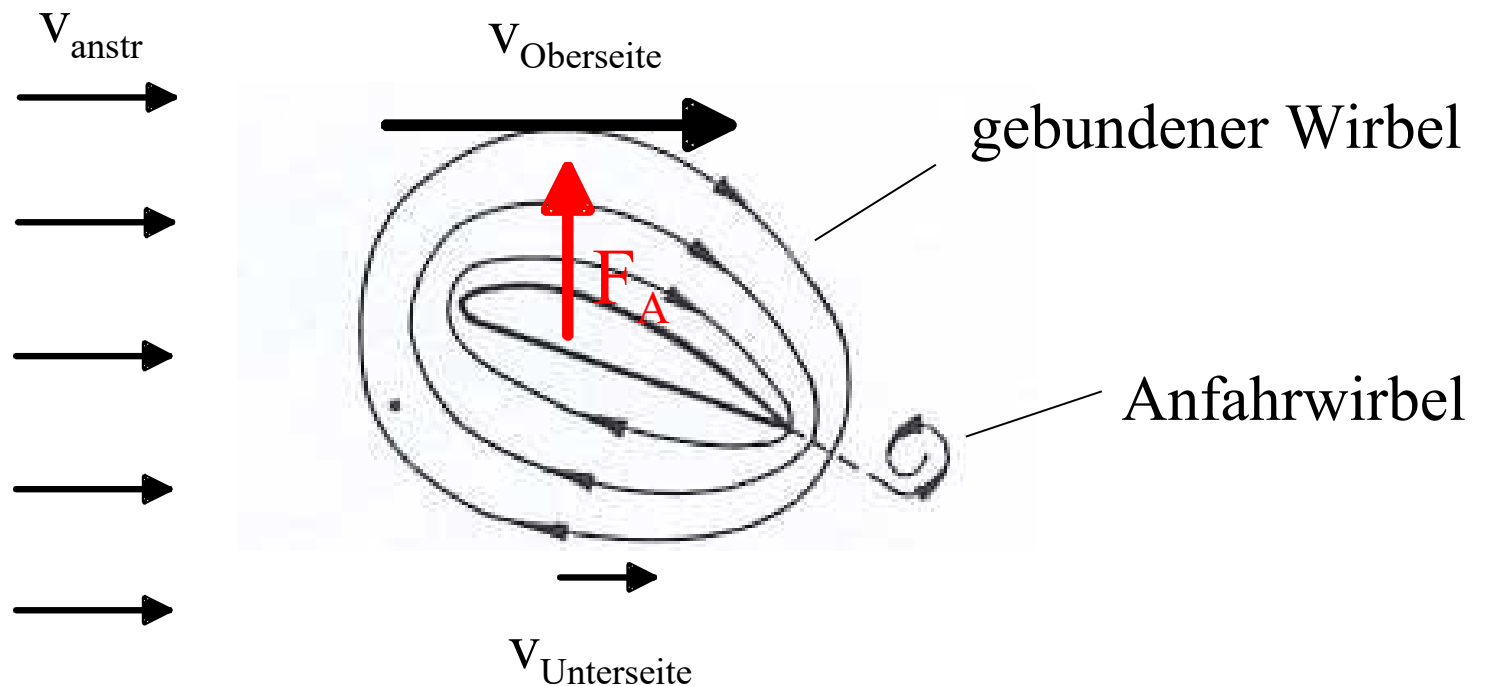
Bernoulli hat es entdeckt:

hohe Strömungsgeschwindigkeit
→ niedriger Druck im Medium

Beispiele:

- *Luft pusten
 - zwischen 2 Karten
 - eine Tüte aus dem Trichter
- *Löffel am Wasserstrahl

Das geschieht am fliegenden Tragflügel:



→ Ein Flugzeug wird vom Unterdruck/Überdruck am Himmel gehalten

Zusammenfassung

- die Sehnsucht der Menschen, fliegen zu können, ist so alt wie die Menschheit selbst
- die Luftfahrtentwicklung begann unter Ausnutzung des *statischen Auftriebs* (Ballon)
- am Tragflügel entsteht Auftrieb durch Druckunterschiede; diese wiederum sind eine Folge von an Ober- und Unterseite unterschiedlich schnell strömender Luft (*dynamischer Auftrieb*)