

Schuberzeugung bei Luftfahrzeugen

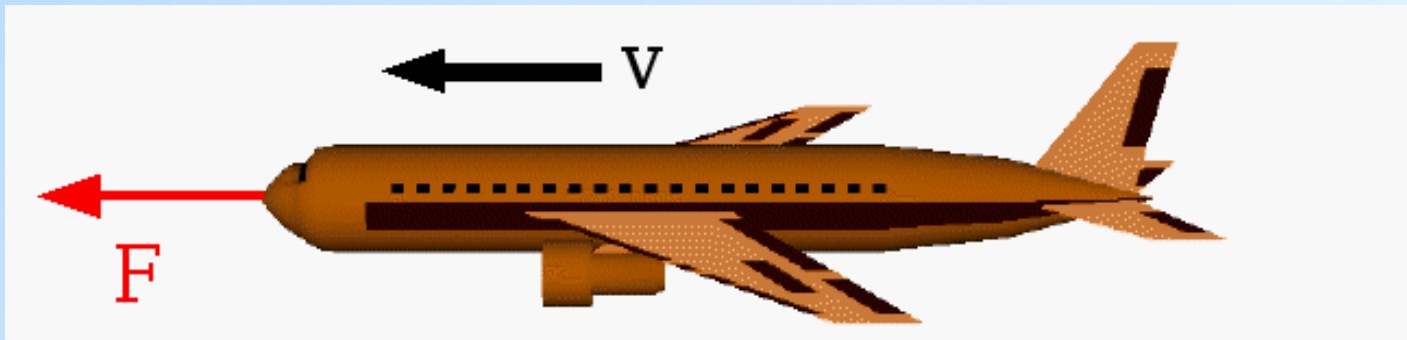
Marcus Oettinger
30.01.2012

Luftfahrzeuge müssen sich bewegen:

Newton-Axiom (für $m = \text{const}$)

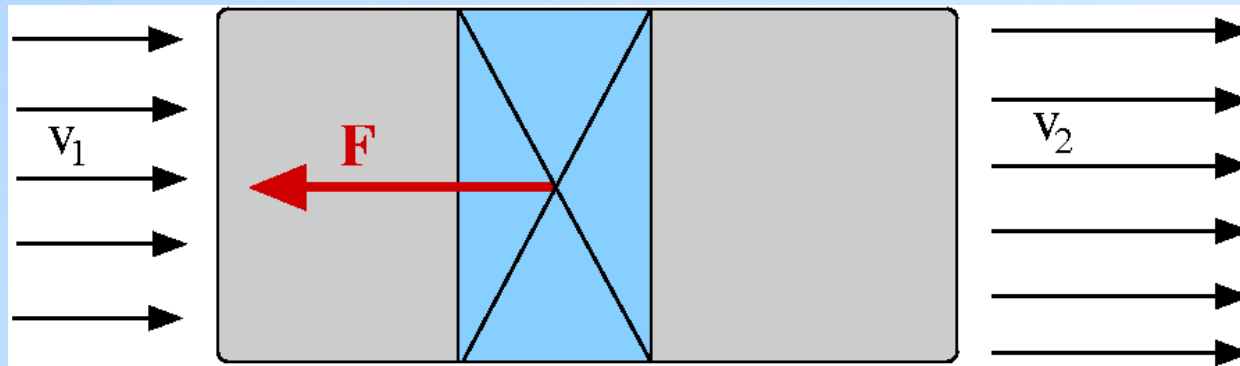
$$\vec{F} = \frac{\partial}{\partial t} \vec{p}(\vec{x}, t) = m \dot{v}$$

- Beschleunigung erfordert eine Nettokraft
- Im Flug muss Widerstand ausgeglichen werden



Bei Landfahrzeugen: Übertragung der Kraft über Räder (Reibung)

Luftfahrzeuge: Newton-Axiom
actio = reactio (Impulserhaltung)



„Stromröhre“: eintretende Luft wird von v_1 auf v_2 beschleunigt, Impulsänderung

$$\Delta m(v_2 - v_1) \Rightarrow \text{Kraft auf Befestigung}$$

Schub und Wirkungsgrad:

$$F = W (v_2 - v_1) \quad W: \text{Gasdurchsatz (Masse / Zeit)}$$

Leistung für Vortrieb des LFZ: $P_V = F v_1 = W (v_2 - v_1) v_1$

Leistung für Beschleunigung des Luftdurchsatzes $P_L = \frac{W}{2} (v_2^2 - v_1^2)$

Wirkungsgrad:

$$\eta = \frac{P_V}{P_L} = \frac{2}{1 + v_1/v_2}$$

Wirkungsgrad maximal für

$$v_2 \approx v_1$$

(besonders bei geringer
Geschwindigkeit)

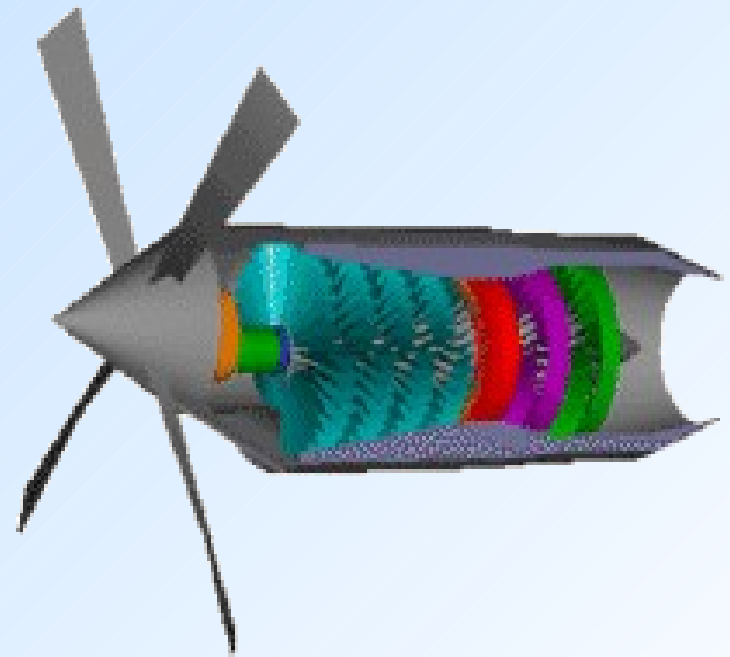
Prinzipiell zwei Möglichkeiten
für großen Schub:

$$F = W (v_2 - v_1)$$

W: Luftdurchsatz (Masse / Zeit)

Luftdurchsatz: Propeller

- Schräg angestellte Blätter
- Impulsübertrag an Medium



Prinzipiell zwei Möglichkeiten
für großen Schub:

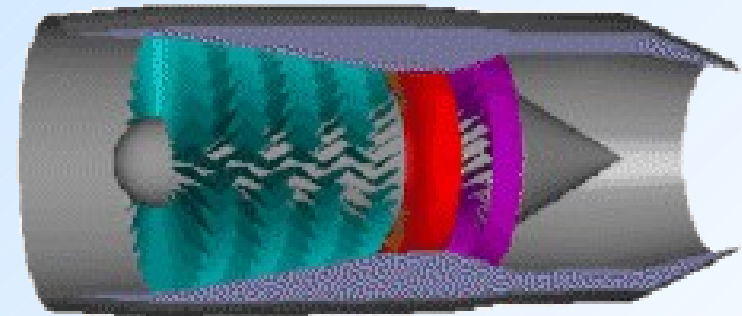
$$F = W (v_2 - v_1)$$

W: Luftdurchsatz (Masse / Zeit)

Geschwindigkeitsdifferenz:
Turbine (Jet)

- Ausdehnung komprimierter Gase
- Ausstossen bei großem v_2

30.01.2012



Propeller

- wirtschaftlich bei geringer Geschwindigkeit
- technisch einfacher (mit Kolbenmotor)
- besseres Leistungsgewicht bei kleinem Schub
- ➔ ungeeignet bei hoher Geschwindigkeit

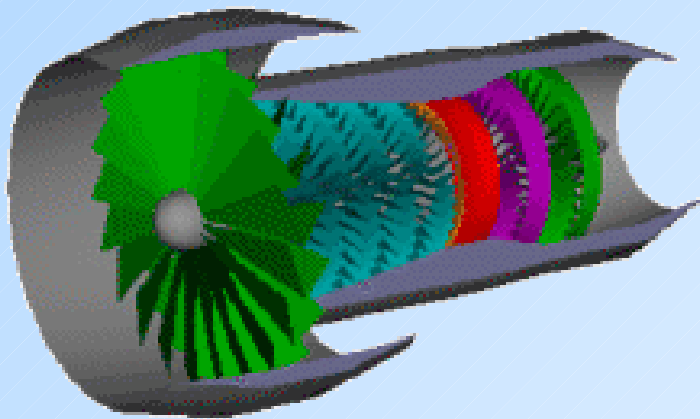
Turbine

- Geeignet bei hoher Geschwindigkeit
- Besseres Leistungsgewicht bei hohem Schub
- Laufruhiger
- ➔ Unwirtschaftlich bei geringem Schub
- ➔ Technisch komplex

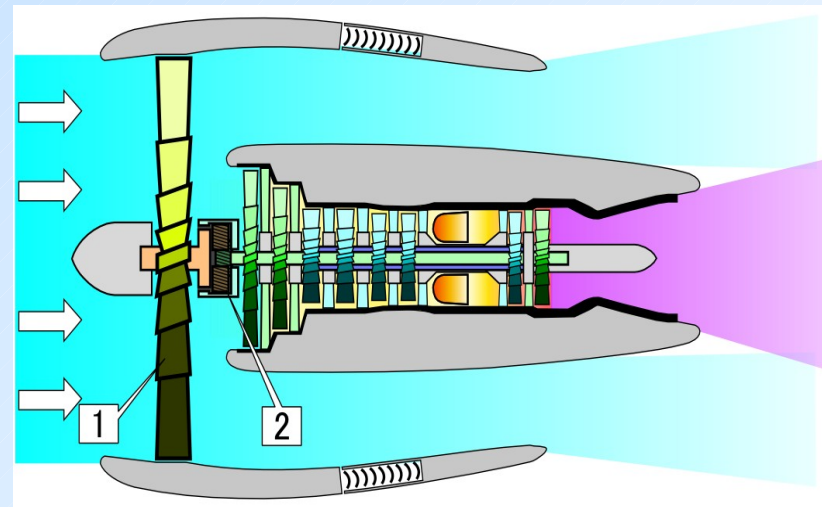
Mischformen

Kombination der Vorteile von Propeller und Turbine: Turbofan (Mantelstromtriebwerk):

Schaufelrad vor Turbine erzeugt zusätzlichen Luftstrom außerhalb der Turbine



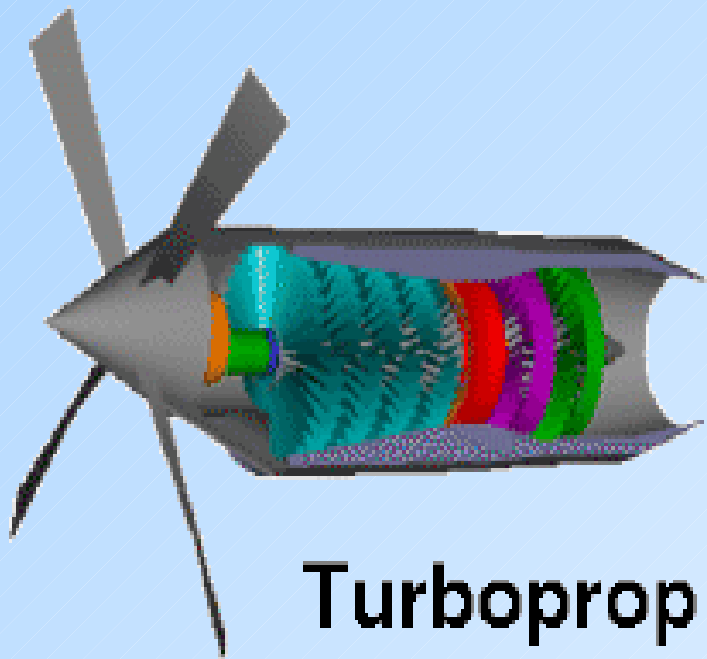
Turbofan



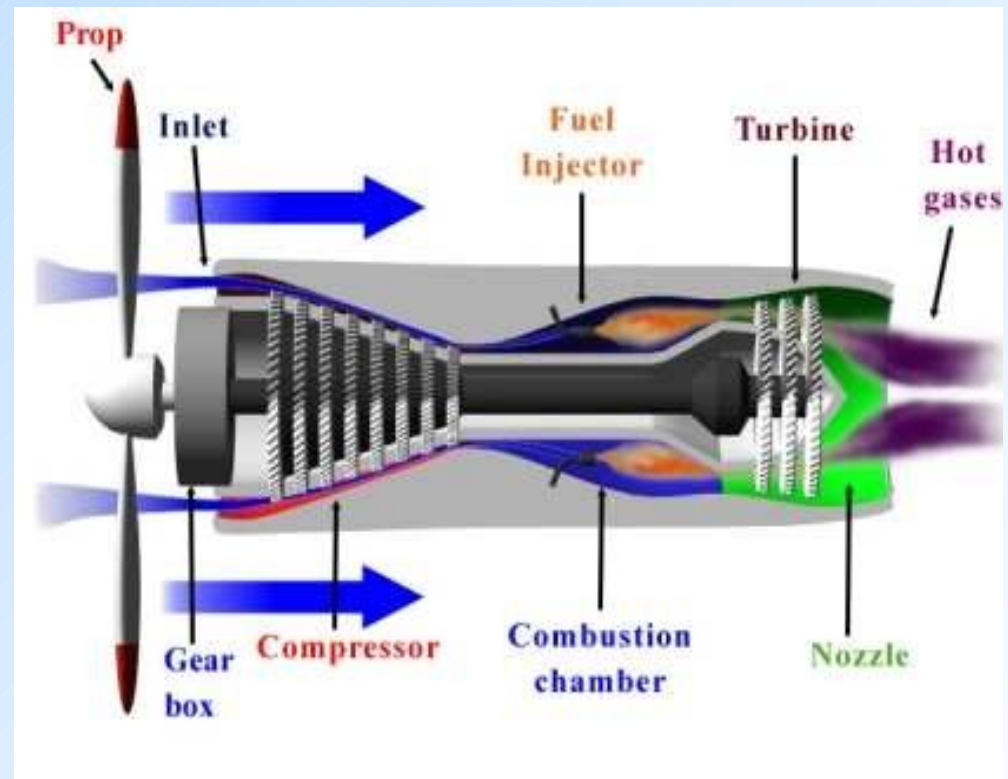
Mischformen

Kombination der Vorteile von Propeller und Turbine: TurboProp

Turbinenwelle treibt Propeller



Turboprop



Zusammengefasst:

- Prinzip der Schuberzeugung: Impulserhaltung
- Gas (Luft) wird im Strompfad beschleunigt
- Natürlich ist immer eine Kraftquelle notwendig, die Energie in mechanische Arbeit wandelt.