

Fliegen – aber wie?

Merkblatt zum Vortrieb und zum Auftrieb

1. Einleitung

Der Mensch wollte schon immer fliegen wie ein Vogel. Doch es gibt zwei Probleme. Erstens kann er nicht aufsteigen, die Schwerkraft hält ihn am Boden. Zweitens kann er in der Luft nicht steuern, er kann sich ja nirgends abtosseln. Also braucht er Auftrieb, um aufzusteigen; Vortrieb, um sich in der Luft voraus zu bewegen; und ein Steuerungsapparat, um sich in der Luft zu drehen.

2. Auftrieb

Auftrieb beschreibt eine Kraft, welche ein Fluggerät nach oben (auf) treibt. Es gibt zwei Möglichkeiten, um einen Auftrieb zu erzeugen: Den statischen und den dynamischen Auftrieb.

2.1 Statischer Auftrieb

Schon früh erkannte man, dass ein **Ballon** mit warmer Luft aufsteigt. Doch welche Kraft zieht ihn nach oben? Es ist der *statische Auftrieb*. Das heisst, die schwere kalte Luft über dem Ballon will nach unten sinken, doch die leichte warme Luft nimmt der schweren kalten Luft den Platz. Also sinkt die kalte Luft nach unten und *verdrängt* den Ballon mit der leichteren Luft, der nach oben ausweichen muss. So steigt der Ballon auf. Lässt man die warme Luft aus dem Ballon, so sinkt der Ballon wieder. Er ist ja schwerer als die Luft. Eine andere Möglichkeit ist es, einen Ballon oder einen Hohlraum (**Zeppelin**, Luftschiff) mit einem leichten Gas zu füllen (Helium, Lachgas oder Wasserstoff). Dieses Gas ist leichter als Luft und steigt deshalb auf. Ein Zeppelin steigt langsam auf, wenn man ihn nicht anbindet.

Statisch bedeutet langsam, stehend. Ein statischer Auftrieb *passiert von allein*.



2.2 Dynamischer Antrieb

Luftschiffe und Ballone sind langsam und können kaum viel Menschen oder Waren tragen. Daher überlegte sich der Mensch, wie er auf eine andere Art Auftrieb erzeugen kann. Deshalb erfand er den Tragflügel (Flügel). Wenn man mit einem Propeller Luft gegen einen Tragflügel bläst, steigt dieser auf. Durch seine besondere Form entsteht unter dem Flügel ein Hochdruck und über dem Flügel ein Tiefdruck. Deshalb steigt der Flügel auf, der Tiefdruck zieht ihn nach oben.

So erfand man das **Propeller-Flugzeug**, welches vorne einen Propeller hat und zwei oder vier Tragflügel, welche das Flugzeug fliegen lassen.

Dynamisch bedeutet „in Bewegung“. Dynamischer Auftrieb passiert nicht von allein, man muss einen Propeller laufen lassen, um den Auftrieb zu erzeugen.

Eine Weiterentwicklung des Flugzeugs ist der **Helikopter**

(Hubschrauber). Weil Flugzeuge lange Start- und Landebahnen

brauchen, wollte man ein Fluggerät bauen, welches mit dynamischem

Auftrieb senkrecht starten konnte. Daher legte man die Tragflügel auf das Dach des Flugzeugs und liess diese drehen. So entstand ein Rotor. Ein Rotor ist nichts anderes als drehende Tragflügel, die den Helikopter mit dynamischem Auftrieb (wie beim Flugzeug) mit erzeugtem tiefem Luftdruck über den Rotorflügeln nach oben ziehen.



2.3 Rückstoss

Nun konnten Fluggeräte viele Waren und Menschen tragen, aber immer noch waren sie langsam. Und es war nicht möglich, in den Weltraum zu kommen. Denn je höher man steigt, umso weniger Luft gibt es in der Atmosphäre. Ohne Luft kann man aber mit Auftrieb nicht aufsteigen, es gibt ja gar keine warme oder kalte Luft mehr. Der Propeller kann auch keine Luft mehr antreiben. Was jetzt?

Also erfand man das Strahltriebwerk (Düse). In diesem wird ein Kraftstoff mit Gas verbrannt, es entsteht ein Produkt. Der Kraftstoff kann flüssiges Kerosin oder auch gasförmiger Wasserstoff sein, das Gas kann Luft sein oder Sauerstoff aus einem Tank. Durch die Explosion bei der Entstehung vom Produkt (Abgas oder Wasser) wird das Produkt durch eine Düse weg gestossen. Wenn etwas aus dem Triebwerk gestossen wird, so wird gleichzeitig das Triebwerk in die andere Richtung gestossen (Rückstoss). Dadurch wird das Fluggerät nach vorne oder nach oben weg getrieben, wenn die Düse nach hinten oder nach unten gerichtet (gestrahlt) ist. So entstand das **Düsenflugzeug** (Strahltriebwerk-Flugzeug) und die **Rakete**. Aber auch grosse Flugzeuge, mit denen wir heute nach Spanien oder Amerika fliegen, werden mit Strahltriebwerken statt Propellern angetrieben (**Turbinen-Strahltriebwerk-Flugzeuge**).



3. Vortrieb / Steuerung

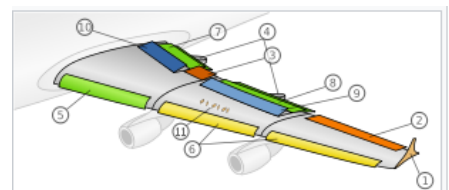
Um in der Luft steuern zu können, braucht es Vortrieb und eine Steuerung. Vortrieb heisst, dass ein Fluggerät nach vorne getrieben wird. Je nach Fluggerät werden der Vortrieb und die Steuerung anders ermöglicht.

Bei Propeller-Flugzeugen schafft der Propeller den Vortrieb. Der Propeller schiebt das Flugzeug nach vorne, weil er die Luft nach hinten bläst (Rückstoss). Gesteuert wird mit vielen Klappen und Rudern an den Flügeln, die Luftwiderstand erzeugen und das Flugzeug in eine Richtung abbremsen. So kann das Flugzeug steigen, sinken, nach rechts oder links drehen, schneller oder langsamer werden.

Beim Zeppelin wird mit Propellern (Rückstoss, Vortrieb) und Rudern gesteuert. Einen Ballon kann man nicht steuern.

Einen Helikopter steuert man, indem man die drehenden Flügel (Rotor) anwinkelt und verstellt. So wird der Auftrieb zum Vortrieb, je nach Winkel der Blätter. Zudem hat es bei jedem Helikopter hinten einen Heckrotor und manchmal ein Ruder, mit denen man steuern kann (drehen, vorwärts / rückwärts, steigen, sinken). Helikopter kann man auch mit Düsen-Triebwerken ausstatten, sodass sie schneller vorwärts fliegen.

Eine Rakete kann man nur mit den Strahltriebwerken steuern.



1. Winglet 2. Low Speed Querruder 3. High Speed Querruder 4. Landeklappenträgerverkleidung 5. Krügerklappe 6. Vorfügel 7. innere Flaps 8. äussere Flaps 9. Störklappen 10. Luftbremse 11. Vortex Generator



4. Spezialfälle

Es gibt weitere Fluggeräte, die etwas speziell sind.

4.1 Gleitschirm

Ein **Gleitschirm** und ein **Segelflugzeug** haben keinen Antrieb. Sie fliegen mit statischem *und* mit dynamischen Auftrieb. Beide können nicht selber starten, sondern brauchen ein Flugzeug oder einen Hang, wo man runter rennen kann. Beide Fluggeräte haben einen oder zwei Tragflügel. Da der Gleitschirm und das Segelflugzeug sich ja beide bewegen, erzeugt die Luft, welche über die Tragflügel strömt, dynamischen Auftrieb. Somit sinkt ein Gleitschirm oder ein Segelflugzeug nur langsam ab. Wenn die Sonne scheint, gibt es aber auch Gebiete, wo es warme Luft gibt (zum Beispiel über Wiesen und Feldern). Warme Luft steigt ja auf. In solchen Gebieten können sich Gleitschirme und Segelflugzeuge von der warmen Luft nach oben tragen lassen. Gegen Abend, wenn die Sonne untergegangen ist, sinken sie dann aber wieder nach unten.

Den Vortrieb erzeugen die beiden Fluggeräte, indem sie immer wieder absinken und damit schneller werden. Durch geschicktes Steuern sinken sie nicht, sondern können die Bewegung nach vorne richten. Gleitschirme steuert man mit Gewichtsverlagerung (wie beim Skifahren) und durch Ziehen am Tragflügel. Segelflieger steuert man wie ein Propeller-Flugzeug mit Klappen und Rudern.



4.2 Düsenflugzeuge

Düsenflugzeuge haben auch Flügel. Jedoch sind das keine echten Tragflügel, sondern eher nur Steuerflügel. Sollte das Triebwerk ausfallen, können die Flügel helfen, besser zu gleiten (wie ein Segelflieger). Düsenflugzeuge können extrem schnell werden und sind sehr laut. Fliegen sie schneller als rund 1000km/h, sind sie schneller als der Schall. Als Beobachter hört man sie erst ein paar Sekunden später, wenn sie schon vorbei geflogen sind – dafür mit einem riesigen Knall (Überschall-Knall).



4.3 Concorde

Das einzige Überschallflugzeug, das Menschen transportierte, war die Concorde. Diese flog von 1969 bis 2000. Dieses Flugzeug hatte vier Rolls-Royce-Turbojet-Triebwerke (Rückstoss) und war bis zu 2500 km/h schnell. Von Paris nach New York dauerte die Reise gut 3 Stunden. Die Concorde fliegt seit dem Jahr 2000 nicht mehr, als bei einer Maschine beim Start in Paris beim Abheben zwei Triebwerke explodierten und das Flugzeug nach dem Flughafen abstürzte. Grund war ein kleines Bauteil auf der Startbahn, welches das Flugzeug beschädigte. Wegen der sehr leichten Bauweise (für mehr Geschwindigkeit) war das Flugzeug nicht robust genug, weshalb ein kleines Bauteil ausreichte, um ein Leck in den Tank zu schlagen. Der auslaufende Kraftstoff fing dann an zu brennen. Seither gelten im Flugverkehr und bei der Konstruktion von Flugzeugen viele Vorschriften, um solche Unfälle zu vermeiden. Die Concorde wurde wegen ihrer zu gefährlichen Bauweise verboten. Sie war zu leicht und zu wenig robust gebaut, dafür sehr schnell.

