

# [TEC01] Flugzeugstruktur

Dieses Modul aus der Kategorie: Technik des Flugzeuges beschreibt die allgemeine Struktur eines Flugzeuges.

## Einführung

In diesem Modul werden die wesentlichen Strukturelemente des Flugzeuges erarbeitet und beschrieben. Ein Flugzeug ist ein Luftfahrzeug welches schwerer als Luft ist. Der zum Fliegen benötigte dynamische Auftrieb wird mit nicht rotierenden (im Gegensatz zum Hubschrauber) Auftriebsflächen erzeugt.

Den Betrieb von Flugzeugen die zum Luftverkehr zugelassen sind regeln Luftverkehrsgesetze, diese werden in diesem Modul nicht besprochen.

Wer über diese Grundeinführung hinaus Informationen sucht findet diese in vielen Wikipedia Beiträgen und Dokumentation zum Thema "Wie baue ich ein Flugzeug", insofern kann dieses Modul nur eine Grundeinführung darstellen als Voraussetzung für die darauf aufbauenden Module.

Luftfahrzeuge lassen sich generell in mehrere Kategorien einteilen:

- Luftfahrzeuge leichter als Luft
  - Ballone
  - Luftschiffe
- Luftfahrzeuge schwerer als Luft
  - Motorgetriebene Luftfahrzeuge
    - **Starrflügler**
    - Drehflügler
  - Motorlose Luftfahrzeuge
- Ballistische Luftfahrzeuge
  - Raketen
  - Raumschiffe

Schwerpunkt dieses Moduls sollen die Starrflügler darstellen, da das P1-Rating auf VATSIM mit solch einem Luftfahrzeug absolviert wird.

# Baugruppen eines Flugzeugs

Flugwerk (auch als "Zelle" bezeichnet)	Triebwerk	Ausrüstung
<ul style="list-style-type: none"><li>• Rumpf</li><li>• Tragwerk</li><li>• Leitwerk</li><li>• Fahrwerk</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kolbenmotor/Strahltriebwerk (evtl. Propeller)</li><li>• Treibstoffsystem</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Standardausrüstung</li><li>• Sonderausrüstung</li></ul>

Dieses Modul fokussiert sich auf die Bauformen von Flugzeugen und die Anordnung der verschiedenen Baugruppen.

Funktionsweise von Triebwerk und Ausrüstung werden in separaten Modulen zum Thema Flugzeugsysteme besprochen.

## Rumpf

Der Rumpf ist das zentrale Bau- und Konstruktionselement. Dieser beherbergt die Tanks sowie die Nutzlast eines Luftfahrzeugs. Zudem sind an ihm das Tragwerk sowie das Fahrwerk angebracht.

Der Flugzeugrumpf hat äusserlich keine grosse Varianz. Dies liegt mit unter daran, dass die Struktur so gebaut sein muss dass diese den Drücken standhalten kann, dies auch in allen Öffnungsbereichen. Fenster, Türen, Frachttüren stellen hier eine besondere Anforderung an die Konstruktion. Deshalb sieht man selten oder nie Mehrtrupfflugzeuge. Beispiele sind die alte Noratlas oder Jagdflugzeuge aus WWII, wobei hier die Seitenrumpfe die Motoren getragen haben und zum Leitwerk verlängert wurden mit einem Höhenleitwerk zwischen den Seitenleitwerken. Hinweise : das Flugzeug Stratolaunch (2018) oder Lockheed P38 (1939).

## Bauweise

Vorrangig kommen zwei Konstruktionsweisen zur Anwendung: die Gerüstbauweise und die Schalenbauweise

Bei der Gerüstbauweise wird durch die Verbindung von Streben an Knotenpunkten ein Gerüst konstruiert, welches die auftretenden Kräfte aufnehmen kann. Dieses ist dann in der Regel mit Blechen beplankt und vernietet oder verklebt.

Bei der Schalenbauweise hingegen besteht das "Gerüst" aus Spanten. Um die Drücke und Kräfte besser aufnehmen zu können, gibt es eine Längsversteifung.

## Materialien

Werkstoffe für die Elemente eines Flugzeuges müssen eine möglichst große Festigkeit gegenüber statischen und dynamischen Beanspruchungen aufweisen. Werkstoffe müssen als Eigenschaften einerseits eine hohe Stabilität und andererseits ein geringes Gewicht besitzen, da das Gesamtgewicht (statisches Gewicht) von den Antriebs- und Auftriebssystemen bewegt werden muss (zum Fliegen gebracht werden).

Als Werkstoffe kamen anfänglich Holz und Metall zum Bau von Luftfahrzeugen zum Einsatz. Mit der Entwicklung von Faser-Verbundwerkstoffen und speziellen Metalllegierungen wurden diese für besonders beanspruchte Bauteile verwendet.

Seit langem geht der Trend zu leichteren Werkstoffen. Neben Aluminium kommen auch neu entwickelte Aluminium-Lithium-Legierungen und Faserverbundwerkstoffe sowie Kombinationen daraus (Glasfaserverstärktes Aluminium) zur Anwendung. Ihr Vorteil liegt in der hohen Integrierbarkeit und Leichtbaupotentialen. Das Hauptfügeverfahren ist nach wie vor das Nieten. Weitere Verfahren sind Kleben und Laserschweißen.

## Tragwerk

Das Tragwerk besteht aus einer oder mehreren Tragflächen als Hauptkomponenten um den notwendigen Auftrieb zu liefern. Am Tragwerk (Flügel) sind Klappensysteme verbaut die den Auftrieb erhöhen (Landeklappen) oder verringern (Störklappen).

Sehr oft kommen bespannte Rippen zum Einsatz, die an einem Holm angebracht sind. Dadurch kann man sehr effektiv die durchaus sehr großen Querkräfte und Biegemomente aufnehmen.

Häufige Ausführungen sind Hochdecker und Tiefdecker. Mitteldecker sind nur sehr selten anzutreffen. Manchmal wird noch bei den Hochdeckern der Schulterdecker unterschieden. Häufig verwendet man hierbei allgemein den Begriff "Hochdecker".



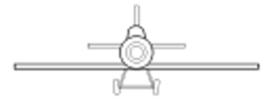
Hochdecker



(Schulterdecker)



Mitteldecker



Tiefdecker

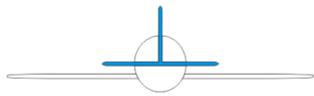
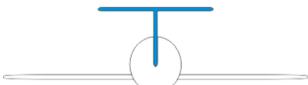
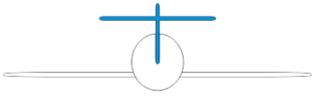
[Quelle: [Wikipedia](#)]

Bei den verschiedenen Ausführungen sind einige Eigenschaften zu beachten, die einen Einfluss auf die Flugdynamik und die Konstruktion des Luftfahrzeugs haben:

Hochdecker	Tiefdecker
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bessere Aussicht</li> <li>• Größere Querstabilität auf der Rollachse</li> <li>• Aufnickendes Drehmoment bei Schubsteigerung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfachere Konstruktion</li> <li>• Zugänglicher für Arbeiten/Checks am Boden</li> <li>• Abnickendes Drehmoment bei Schubsteigerung</li> </ul>

# Leitwerk

Das Leitwerk ist in der Regel am Rumpfeende angebracht und besteht aus der Höhenflosse und der Seitenflosse. Die beiden Flossen sind mit beweglichen Steuerflächen ausgestattet. Es gibt dabei einige Ausführungen:

			
"Standard-Leitwerk"	"V-Leitwerk"	"T-Leitwerk"	"Kreuzleitwerk"

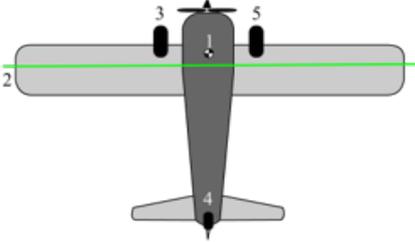
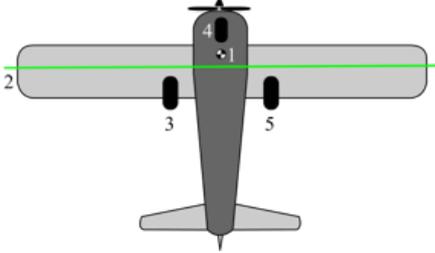
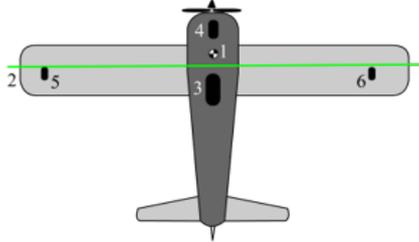
[Quelle: [Wikipedia](#)]

Beim V-Leitwerk sind Höhenleitwerk und Seitenleitwerk kombiniert. Vorteile dieser Bauart sind unter anderem weniger Gewicht und weniger Widerstand aufgrund der niedrigeren Oberfläche. Jedoch ist deswegen auch eine geringere Wirkung des Leitwerks zu erwarten.

# Fahrwerk

Zur Bewegung am Boden braucht es Räder z.B. für Rollen zum Start, von der Landung zu Park und natürlich zum Start selbst. Bodenwellen werden absorbiert und Landestöße abgefangen.

Fahrwerke können starr angebracht (z.B. Cessna 172) oder als Einziehfahrwerk ausgelegt sein dies ist insbesondere für hohe Reisegeschwindigkeiten unerlässlich da die Bremswirkung des ausgefahrenen Fahrwerks enorm hoch ist. Die Räder des Fahrwerkes werden nach dem Einziehen oft mit Klappen zur Wirbelvermeidung abgedeckt. Auch hier gibt es mehrere Ausführungen, die hier sogar Einfluss auf Start- bzw. Landetechnik haben:

		
<p>Spornradfahrwerk</p>	<p>Bugradfahrwerk</p>	<p>Tandemfahrwerk</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schwierige Start-/Landetechnik</li> <li>• Gefahr des Überschlags</li> <li>• Dreipunktlandung</li> <li>• Eingeschränkte Sicht beim Rollen</li> <li>• Geringere Masse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfache Start-/Landetechnik</li> <li>• waagerechte Ausgangslage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Für sehr schmale Rümpfe (z.B. Segelflugzeuge oder B-52)</li> </ul>

[Quelle: [Wikipedia](#)]

# Triebwerk

Die Weise, wie die Triebwerke angebracht sind, kann einem auch einige Vorteile bringen. Bringt man sie beispielsweise am Heck an (z.B. CRJ-Familie) so ist der Einlass vor Fremdkörper besser geschützt. Zudem liegt der Schwerpunkt weiter hinten und man erhält einen "sauberen Flügel" da kein Pylon, der klassischerweise das Triebwerk mit der Tragfläche verbindet, stört.

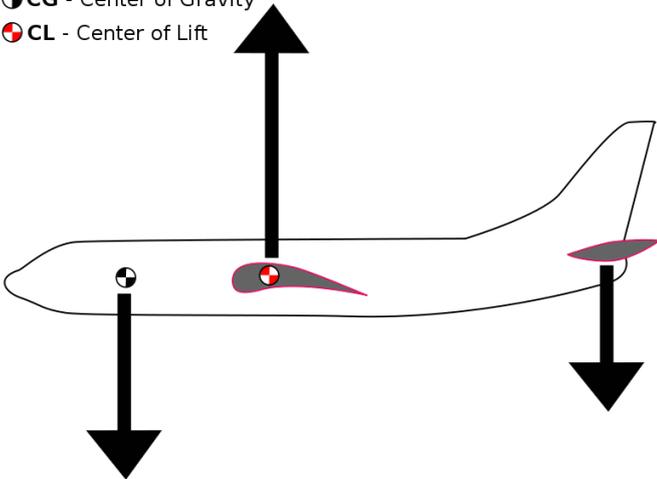
Aber auch die Anbringung der Triebwerke auf der Tragflächen(unter)kante hat Vorteile. Beispielsweise befinden sie sich näher an den Treibstofftanks und benötigen im Idealfall nicht einmal eine Treibstoffpumpe, die im obigen Fall den Treibstoff erst in das Heck befördern müsste. Jedoch sei gesagt dass durch diese Anbringungsweise auch ein größeres Giermoment bei einem Triebwerksausfall entsteht. Zudem ist auch die Bodenfreiheit eingeschränkt. Gerade da man in der letzten Zeit immer größere, effizientere Triebwerke verbauen möchte, stößt man mittlerweile häufig an Grenzen.

# Masse und Schwerpunkt

Da die Gewichtskraft häufig an einer anderen Stelle wie die Auftriebskraft des Tragwerks angreift, muss das Leitwerk eine Kraft ausüben, damit die resultierende Kraft sowie das resultierende

Drehmoment aufgehoben wird. Um nicht kontinuierliche Steuereingaben machen zu müssen, kann man durch die Trimmung den Ausgangspunkt des Höhenleitwerk verstellen. Verändert sich der Schwerpunkt (häufig abgekürzt mit CG - Center of gravity), so muss das Flugzeug erneut eingetrimmt werden

● **CG** - Center of Gravity  
● **CL** - Center of Lift



[Quelle: [Wikipedia](#)]

## Weitere Informationen

<https://de.wikipedia.org/wiki/Flugzeugbau>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Druckkabine>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Flugzeugrumpf>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Winglet>

---

Revision #20

Created 9 August 2022 15:55:37

Updated 23 July 2024 07:50:30 by 1109691