

Fliegen ist doch kein Wunder

JÜRGEN HEERMANN

Bericht: Dieter Löwe

Mit dem Bild eines künstlichen Horizont im Cockpit und der Frage, ob das Flugzeug eine Rechts- oder Linkskurve fliegt, nahm Flugingenieur Heermann die Zuhörer gleich mit in die faszinierende Welt der Fliegerei. In launiger und unterhaltsamer Weise wurde die komplizierte Technik für jedermann verständlich. Vom Drachenbau vor 100 Jahren und der Anwendung der Erkenntnisse des Daniel Bernoulli war man im Nu bei den Tragflächen der modernen Großraumflugzeuge. Jeder Quadratmeter erzeugt dort einen Auftrieb von 800 kg, so dass schon zwei Quadratmeter das Gewicht eines Pkw tragen können, immerhin dreimal mehr als der Fußboden unseres Wohnzimmers aushalten muss.

Mit solchen Vergleichen machte der Vortragende immer wieder die abstrakten Zahlen anschaulich. So auch, als er erklärte, dass die Tragflächen gleichzeitig die Tanks der Flugzeuge sind. Mit erhobenen Händen zeigte er an, wie hoch die Tragflächen in deren Mittelstück sind. Mit der gewaltigen Menge von 225.000 Litern Kraftstoff, die die Boeing 747 tanken kann, könnte man eine 90 Quadratmeter große Wohnung bis zur Raumhöhe von 2,50 Metern füllen.

Natürlich wurde auch der Kraftstoff Kerosin selbst erwähnt. Kerosin ist praktisch reines Petroleum mit einem garantierten Gefrierpunkt von $-47\text{ }^{\circ}\text{C}$. Da nun aber in der Reiseflughöhe durchschnittlich $-56\text{ }^{\circ}\text{C}$ herrschen, stellt sich die Frage, ob der Kraftstoff dort nicht gefriert. Hier ist die Erkenntnis wichtig, dass bei der hohen Geschwindigkeit im Reiseflug die Luft an der Tragfläche stark komprimiert wird, und damit eine Temperaturerhöhung von ca. $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ erfolgt.

Sodann erläuterte er die Bauteile des Flugzeuges und das Konstruktionsprinzip „fail safe“; sowie die Steuerung.

Dem Antrieb widmete er einige längere Ausführungen. Um das Prinzip des Rückstoßes anschaulich zu machen, ließ er ein von einem aufgeblasenen Luftballon angetriebenes Spielzeugauto durch den Raum sausen.

Das Triebwerk eines Großraumflugzeuges hat im Lufteinlass ein großes Gebläserad, den sogenannten Fan, bei der Boeing 747 mit einem Durchmesser von 2,30 Metern. Die vielen Propellerschaufeln dieses angetriebenen Fan saugen die Luft an, verdichten und beschleunigen sie. Der größte Teil dieser beschleunigten Luft strömt gleich nach dem Fan wieder ins Freie

Fliegen ist doch kein Wunder Vortragsbericht.docx



Abb. 1:
Jürgen Heermann



Abb. 2: Flugzeugtriebwerk
General Electric CF6

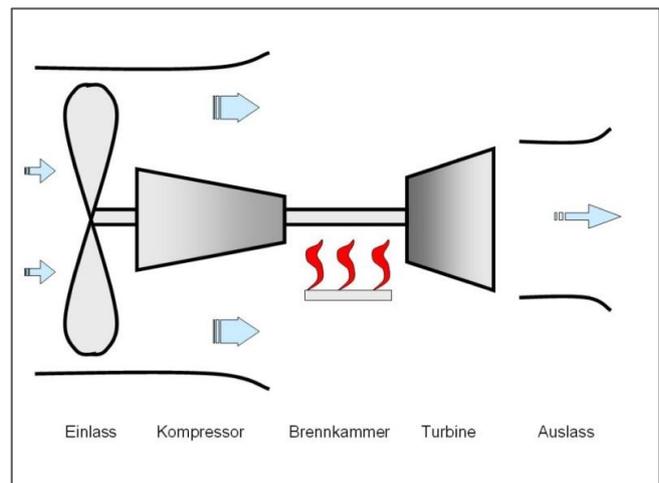


Abb. 3: Schematische Darstellung der Funktionsweise eines Triebwerks

und sorgt für den größten Schubanteil. Dieser Fan ist also durchaus mit dem Propeller eines kleinen Flugzeuges vergleichbar. Nur ca. 20 Prozent der angesaugten Luft strömt weiter in den eigentlichen Motor. Diese Luft wird dann in einem mehrstufigen Kompressor verdichtet. In der letzten, der vierzehnten Stufe des Kompressors haben die Schaufeln nur noch Streichholzlänge, und die Luft hat einen Druck von 30 bar und durch die Kompression eine Temperatur von über 500 °C. So verdichtet strömt sie in die Brennkammer. Hier wird jetzt der Kraftstoff eingespritzt und verbrannt. Dadurch wird die Luft auf ca. 1400°C aufgeheizt, dehnt sich aus und wird daher stark beschleunigt. So trifft sie auf die nun folgende Turbine. Auch diese ist mehrstufig und gleicht ein wenig dem Kompressor. Die Turbine treibt ihrerseits den Kompressor an, und durch diese Arbeit verliert sie Druck und Temperatur; aber es bleibt noch immer genug Energie, so dass die Luft mit einer Geschwindigkeit von ca. 2300 km/h aus der Schubdüse austritt. Da diese Luft noch immer 575°C heiß ist, wird die Schallgeschwindigkeit noch nicht überschritten; aber es macht einen ungeheuren Lärm. Hier kommt ein weiterer Vorteil des vorgenannten Fan zum Zuge. Die Fanluft ummantelt die aus der Schubdüse ausströmende Luft und sorgt dafür, dass der Lärm erträglich bleibt. Gerade diese Entwicklung hat dafür gesorgt, dass die Flugzeuge leiser wurden, obwohl die Leistung der Triebwerke erheblich zunahm. Bei den noch größeren modernen Triebwerken geht nur noch 10 Prozent der Fanluft durch das eigentliche Triebwerk.

Zum Starten wird das Triebwerk durch eine kleine Startturbine auf eine gewisse Drehzahl gebracht, ehe der Kraftstoff eingespritzt werden kann, und der ganze Prozess selbsterhaltend weiter abläuft - zumindest solange Kraftstoff zugeführt wird.

Den Schluss des Vortrags nahm dann die beispielhafte Schilderung eines Fluges von Frankfurt nach New York ein. Jürgen Heermann erläuterte in diesem Teil insbesondere die Berechnung der für den Flug benötigten Treibstoffmenge.

Der Flugplan unterteilt die Strecke in eine größere Anzahl von Wegpunkten, und für jeden dieser Teilabschnitte wird, abhängig von Wetter, Fluggewicht und Flughöhe der benötigte Kraftstoff berechnet. Zusammen mit der nötigen Menge für das Rollen auf dem Flughafen und den für Start und Landung benötigten Mengen ergibt die Summe dann die Pflichtmenge für den Flug. Obwohl diese Berechnungen heute aufgrund der zuverlässigen Wetterdaten sehr genau sind, ist noch ein Zuschlag von 20 Minuten für Unwägbarkeiten vorgeschrieben. Dies ist aber immer noch nicht die gesetzlich vorgeschriebene Mindestmenge. Für jeden Flug muss ein Ausweichflughafen geplant werden. Dieser Ausweichflughafen muss eine sehr gute Wetterprognose haben, damit er ausgewählt werden darf. Bei der Landung auf dem Zielflughafen muss das Flugzeug immer noch so viel Treibstoff an Bord haben, um zu dem geplanten Ausweichflughafen fliegen zu können und dort 30 Minuten bis zur Landung in der Luft zu warten. Über diese Minimummenge hinaus hat die Besatzung die Freiheit, zusätzlichen Treibstoff zu ordern. Dies kann z.B. für notwendig erachtet werden, weil man mit einem hohen Verkehrsaufkommen am Zielflughafen rechnet und für eine halbe Stunde Warteschleifen genügend Treibstoff an Bord haben möchte. Dabei ist aber zu bedenken, dass man für die 5000 Liter, die man in New York noch zusätzlich zur Verfügung haben möchte, in Frankfurt 7000 Liter mehr tanken muss, denn 2000 Liter werden allein gebraucht, um diesen zusätzlichen Kraftstoff zu transportieren. Kein Wunder, dass manche Billig-Carrier diese Freiheit des verantwortlichen Flugzeugführers möglichst einschränken möchten.

Obwohl der Vortrag durch die lebhaftige Beteiligung der Zuhörer fast zwei Stunden dauerte, konnte Jürgen Heermann abschließend darauf verweisen, dass ja nur ein kleines Tortenstück vom großen Kuchen serviert wurde. Weitere interessante Details kann man seinem Buch² entnehmen, das genauso wie sein Vortrag amüsant und für jedermann verständlich ist.

Quellen:

1. Dieser Bericht basiert auf dem Vortrag von Jürgen Heermann am 11.05.2017 im Vortragssaal des Museums für Natur und Umwelt in Lübeck.
2. Jürgen Heermann, Warum sie oben bleiben – Ein Flugbegleiter für Passagiere vom Start bis zur Landung, Insel Taschenbuch 4096, Insel Verlag Berlin, 2. Auflage 2015

Bildnachweise:

Abb. 1 und 3: Jürgen Heermann

Abb. 2: https://de.wikipedia.org/wiki/General_Electric_CF6 (letzter Aufruf: 10.08.2017)

Jürgen Heermann, Maschinenbau-Ingenieur mit zweijähriger Ausbildung zum Flugingenieur. Als Flugingenieur überquerte er nahezu 1000 Mal den Atlantik, bildete Flugingenieure und Piloten aus und war Sachverständiger des Luftfahrtbundesamtes. Er verfasste mehrere innerbetriebliche Publikationen und gab viele Jahre Technikunterricht für Flugbegleiter.