



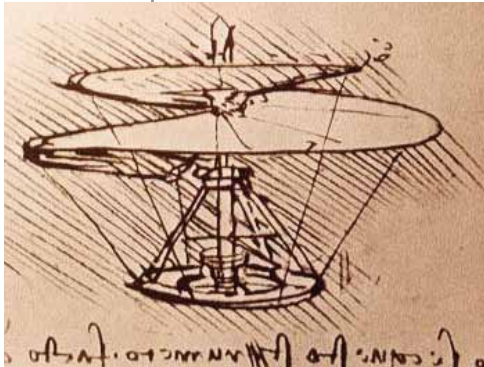
## Hubschrauber

### Auftriebsmessung am Rotorversuchsstand

Woran liegt es, dass ein Hubschrauber keine Start- oder Landebahn benötigt und warum kann er so einfach in der Luft stehen bleiben? Fragen, die ihr euch bei der Beobachtung dieser faszinierenden Fluggeräte bestimmt schon gestellt habt. Zur Beantwortung dieser Fragen rund um die Auftriebserzeugung am Hubschrauber steht euch im DLR\_School\_Lab Braunschweig ein einzigartiger Schüler-Rotorversuchsstand zum Experimentieren zur Verfügung.

# Alleskönner am Himmel

## Anfänge



Schon im 15. Jahrhundert machte sich Leonardo da Vinci vielfältige Gedanken über eine den Menschen tragende Flugmaschine. Dabei entstanden Entwürfe, die als Erfindung des heutigen Hubschrauberprinzips angesehen werden können.

Da es aber nicht lange möglich war, mit menschlicher Muskelkraft die notwendige Antriebsenergie aufzubringen, dauerte es noch bis zum Anfang des 20. Jahrhunderts bis die technischen Möglichkeiten den Bau eines durch den Menschen geflogenen Senkrechtstarters ermöglichten.



Die Focke-Wulf Fw61 flog 1936 als erster wirklich funktionstüchtiger Hubschrauber

## Hubschrauber heute

Aus dem heutigen Leben sind Hubschrauber nicht mehr wegzudenken. Sie helfen Leben zu retten, indem sie Verletzte am Unfallort schnell erreichen und rasch in ein Krankenhaus transportieren. Die Polizei überwacht mit Hubschraubern den Verkehr, verfolgt Verbrecher oder sucht mit Wärmebildkameras nach vermissten Personen. Hubschrauber erreichen Gebiete, in die andere Verkehrsmittel nicht vordringen können.



Der Eurocopter EC 135 wird von der Polizei und den Rettungsdiensten in Europa am häufigsten geflogen.  
Bild: DRF Luftrettung

Für den Transport von großen Lasten oder vielen Menschen haben die Konstrukteure große Transporthubschrauber gebaut. Sie können in niedrigen Flughöhen und schwierigem Gelände aufgrund ihrer Wendigkeit vielfältig eingesetzt werden. Die meisten großen Hubschrauber werden vom Militär genutzt.



Der CH-47 Chinook ist ein von der Firma Boeing gebauter Transport-Hubschrauber mit zwei Rotoren.  
Bild: Sascha Hahn, [www.spotterinfo.de](http://www.spotterinfo.de)

Der Flug mit einem Hubschrauber ist aufgrund von Lärm und Vibrationen nicht sehr komfortabel. Dieses zu verbessern, sind wesentliche Schwerpunkte der Hubschrauberforschung.

# Wie Hubschrauber die Schwerkraft besiegen und gesteuert werden

## Hubschrauber-Steuerung

Hubschrauberpiloten müssen sehr viel können, denn einen Hubschrauber zu beherrschen, ist weitaus schwieriger als das Fliegen eines Verkehrsflugzeugs.

Du wirst dir am Rotorversuchsstand des DLR\_School\_Lab anschauen können, warum die Steuerung eines Helikopters eine wacklige Angelegenheit ist. Zum Glück entwickeln Forschungseinrichtungen wie das DLR immer bessere Systeme, die den Piloten in modernen Hubschraubern bei der Steuerung und Navigation assistieren.

Trotzdem benötigt der Pilot in jeder Sekunde alle Hände und Füße zum Fliegen: Die rechte Hand bedient den Pitch-Hebel zur Steuerung der Auf- und Abbewegung. In der linken Hand hält der Pilot den Steuerknüppel (Stick) für die Kontrolle der Vor- und Rückwärtsbewegung. Auch der Flug seitwärts nach links oder rechts wird so gesteuert. Mit den Füßen auf den Pedalen steuert er die Drehung des Hubschraubers um die Hochachse.

## Auftrieb

Die Kraft die jedes Luftfahrzeug in der Luft hält, ist der Auftrieb. Sie muss, damit sich ein Fluggerät in die Luft erhebt, größer als die Gewichtskraft sein. Auftrieb entsteht immer dann, wenn Flügelprofile von einer Luftströmung unter bestimmten Winkeln angeströmt werden.

Bei einem Jumbo-Jet mit starren Flügeln sorgen die Triebwerke dafür, dass sich das Flugzeug durch die Luft bewegt. Je größer die Geschwindigkeit des Jets gegenüber der Luft, desto größer der Auftrieb an den Tragflächen, das Flugzeug beginnt zu fliegen.

Im Gegensatz zu einem Verkehrsflugzeug mit starren Flügeln gehört der Hubschrauber zu den Drehflüglern. Hier rotieren die Flügel selbst durch die Luft und erzeugen die zum Abheben erforderlichen Auftriebskräfte. Man nennt diese



DLR-Forschungshubschrauber Eurocopter EC 135 FHS  
Vier Rotorblätter erzeugen den zum Ausgleich der Gewichtskraft notwendigen Auftrieb.

Flügel auch Rotoren, sie sind sowohl für den Auftrieb als auch für den Vortrieb des Hubschraubers verantwortlich.

## Auftriebsmessung am Rotorversuchsstand

Zunächst macht ihr euch mit den einzelnen Bauteilen des Model-Hubschraubers im Versuchsstand vertraut.

Warum braucht ein Hubschrauber Schlag- und Schwenkgelenke oder einen Heckrotor?

Gibt es physikalische Grenzen, und wenn ja welche, die den Hubschrauberflug einschränken?

Ihr werdet lernen, welche Steuergrößen den Auftrieb an den Rotorblättern verändern. Dabei seid ihr aufgefordert, einmal wie die Wissenschaftler eine Auftriebsleistungskurve selbst aufzunehmen. Was muss man bei einer Messung beachten, damit die Ergebnisse eindeutig aussagekräftig sind?

Die Auswertung der Messdaten wird euch den Zusammenhang zwischen Anstellwinkel, Auftrieb und der aufzubringenden Leistung verdeutlichen.

Abschließend dürft ihr euch als Piloten an unseren kleinen Hubschraubermodellen versuchen. Kann euch ein Start auch ohne funktionierenden Heckrotor gelingen?



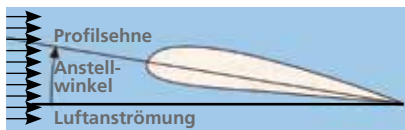
## Fragen zum Nachdenken

- Wie hoch, wie weit und wie schnell kann ein Hubschrauber fliegen?
- Wann benötigt der Hubschrauber keinen Heckrotor?
- Woraus besteht ein Rotorblatt?
- Wie beeinflusst die Anzahl der Rotorblätter das Flugverhalten?
- Was ist ein Tragschrauber?

## Glossar

### Anstellwinkel

Winkel zwischen der Luftanströmung und der Profelsehne des Rotorblatts. Veränderung hat großen Einfluss auf den Auftrieb.



### Heckrotor

Durch die Drehung des Hauptrotors wird der Hubschrauber selbst zum Ausgleich in eine entgegengesetzte Drehung gezwungen. Der durch Heckrotor erzeugte seitliche Schub stabilisiert den Hubschrauber um die Hochachse.

### Kollektive Blattverstellung

Gleichzeitige Veränderung des Anstellwinkels aller Rotorblätter durch den Pitch-Hebel des Piloten.

### Pitch

Ein rechts vom Pilotensitz angebrachter Hebel zur Steuerung der Drehzahl und der kollektiven Blattverstellung.

### Schwenkgelenke

Erlauben den Rotorblättern eine seitliche Schwenkbewegung innerhalb der Rotorebene.

### Schlaggelenke

Erlauben den Rotorblättern sich nach oben und unten zu bewegen.

### Taumelscheibe

Sie ist das zur Steuerung wichtigste Element des Hubschraubers. Sie überträgt die Steuerkommandos des Piloten auf die drehenden Rotorblätter.



### Zyklische Blattverstellung

Die Anstellwinkel der Rotorblätter können an bestimmten Stellen der Kreisbewegung verändert werden. Dadurch kann der Hubschrauber gezielt nach rechts oder links bzw. vorn oder hinten geflogen werden.

## Das DLR im Überblick

Das DLR ist das nationale Forschungszentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt. Seine umfangreichen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in Luftfahrt, Raumfahrt, Energie, Verkehr und Sicherheit sind in nationale und internationale Kooperationen eingebunden. Über die eigene Forschung hinaus ist das DLR als Raumfahrt-Agentur im Auftrag der Bundesregierung für die Planung und Umsetzung der deutschen Raumfahrtaktivitäten zuständig. Zudem fungiert das DLR als Dachorganisation für den national größten Projektträger.

In den 13 Standorten Köln (Sitz des Vorstands), Berlin, Bonn, Braunschweig, Bremen, Göttingen, Hamburg, Lampoldshausen, Neustrelitz, Oberpfaffenhofen, Stuttgart, Trauen und Weilheim beschäftigt das DLR circa 6.900 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Das DLR unterhält Büros in Brüssel, Paris und Washington D.C.

## DLR Standort Braunschweig

Die Aktivitäten in den DLR-Standorten Braunschweig und Göttingen konzentrieren sich auf die Geschäftsfelder Luftfahrt und Verkehr. Am Forschungsflughafen in Braunschweig setzt das DLR mit etwa 1.000 hochqualifizierten Mitarbeitern die Tradition der 1936 gegründeten Deutschen Forschungsanstalt für Luftfahrt (DFL) fort.



**Deutsches Zentrum  
DLR für Luft- und Raumfahrt e.V.**  
in der Helmholtz-Gemeinschaft

**DLR\_School\_Lab Standort Braunschweig**  
Lilienthalplatz 7  
38108 Braunschweig

Leitung: Dr. Anke Kovar  
Telefon: 0531 295-2190  
Telefax: 0531 295-2195  
E-Mail: anke.kovar@dlr.de

schoollab-bs@dlr.de

www.DLR.de/dlrschoollab

Gefördert durch:

