



Der Seifenfilmkanal – was ist das?

Luftschiffe und Ballone fliegen, weil eine Gasfüllung sie leichter als die Luft macht. Wie kommt es aber dazu, dass Flugzeuge fliegen, obwohl sie schwerer als die Luft sind?

Die Umströmung der Flügel erzeugt Auftriebskräfte, die der Schwerkraft entgegenwirken und das Flugzeug in der Schwebelage halten.

Im Seifenfilmkanal kann man diese Strömungen sichtbar machen.

Glossar

Anstellwinkel

Der Anstellwinkel ist der Winkel zwischen der Richtung der Anströmung und der Verbindungsgeraden, die sich zwischen den extremen Punkten eines (langgestreckten) Profils befindet. (Ein Kreisprofil hat demnach keinen Anstellwinkel.)

Anströmung

Die Anströmung eines Profils ist die Strömung, die ohne das Profil herrschen würde.

Auftrieb

Dynamischer Auftrieb ist der Anteil der dynamischen Luftkräfte, der senkrecht zur Anströmung wirkt.

Brechung

Brechung nennt man die Richtungsänderung der Lichtausbreitung beim Übergang in ein Medium mit anderer optischer Dichte. (Wegen des bei einem Lichtstrahl beobachteten Knickes an der Mediengrenze spricht man von einer Brechung des Lichtstrahles.)

Höhenlinien

Höhenlinien sind die Vereinigungen aller Punkte, an denen eine Höhenfunktion (wie die Höhe einer Landschaftsoberfläche) gleiche Höhenwerte annimmt. Liegen diese Linien dicht beieinander, so findet senkrecht zu ihnen eine schnelle Höhenänderung statt, da man nach kurzen Wegen zur nächsten Höhenstufe gelangt. Andernfalls ist diese Änderung gemächlich. Im Extremfall (ebene Flächen gleicher Höhe) bilden sich die Höhenlinien zu Höhenflächen aus.

Interferenz

Überlagerung von Wellen mit zeitlich konstantem Phasenunterschied (etwa bei Erzeugung durch dieselbe Quelle). Daraus resultiert entweder die Auslöschung, welche abhängig ist von der Phasendifferenz, oder Verstärkung der Wellen.

Laminar

Eine laminare Strömung fließt in glatten parallelen Schichten, die sich bei der Strömung nicht vermischen. Sie ist wirbelfrei.

Profil

Als Profil bezeichnet man eine zweidimensionale Darstellung eines in einer Strömung befindlichen Objektes. Bei Flugzeugflügeln entsteht das Profil mit Hilfe eines ebenen Schnittes durch den Flügel, und zwar senkrecht zu der Ebene, die durch Flugzeugrumpf und Flügel definiert ist, und parallel zur Flugrichtung. Da ein Flügel sich vom Flugzeugrumpf bis zur Spitze meistens verjüngt, ist das Profil abhängig von der speziellen Schnittposition.

Reynoldszahl

Die Reynoldszahl beschreibt das Verhältnis von Trägheits- und Reibungskräften in einer Strömung. Nur wenn die Reynoldszahlen einer Strömung und einer Modellströmung (wie etwa der Seifenfilmströmung) übereinstimmen, sind die Strömungen ähnlich. Es ist $Re = U L / \nu$, wobei U die Strömungsgeschwindigkeit, L die Länge des umströmten Profils und ν die Zähigkeit des strömenden Mediums ist.

Spektralfarben

Beim Durchgang durch ein Prisma wird weißes Licht wegen der unterschiedlichen Brechungen seiner farbigen Anteile in Spektralfarben zerlegt.

Strömungswiderstand

Der Strömungswiderstand ist der Anteil der dynamischen Luftkräfte, der in Strömungsrichtung auf das Profil wirkt.

Turbulent

Turbulent ist im Gegensatz zu laminar mit Wirbeln behaftet.

Weitere Informationen unter

www.dlr-schoollab-hamburg.de
www.schoollab.dlr.de
www.tuhh.de/schule/

Partner und Unterstützer des DLR_School_Lab Hamburg



NORDMETALL
 Verband der Metall- und Elektro-Industrie e.V.



Lufthansa Technik



Behörde für
 Wirtschaft und Arbeit



Juni 2007 / Gestaltung: www.formlabor.de



DLR_School_Lab
 Hamburg

Wie man Strömung sichtbar macht,
 und was in Strömungen passiert!

Seifenfilmkanal



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



Behörde für
 Bildung und Sport

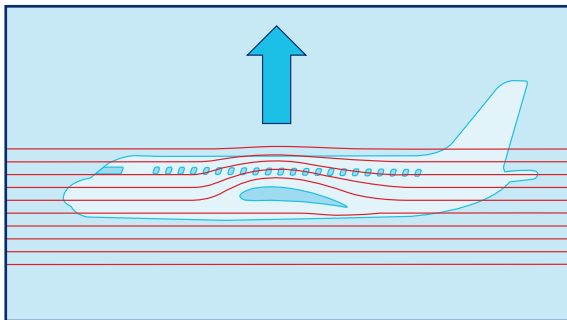
TUHH
 Technische Universität Hamburg-Harburg



Luftfahrtstandort
 Hamburg

Warum Flugzeuge fliegen

Dadurch, dass die Motoren das Flugzeug gegen den Luftwiderstand antreiben, entsteht eine Strömung an den Flugzeugflügeln. Diese erzeugt Auftriebskräfte, die der Schwerkraft entgegen wirken und das Flugzeug in der Schwebelage halten. Um bei vorgegebener Antriebsleistung einen großen Auftrieb zu erreichen, müssen Ingenieurwissenschaftler die Strömung um das Flugzeug möglichst genau kennen. Da Luft durchsichtig ist, musste man zunächst Methoden entwickeln, wie man Strömung sichtbar macht. Die Strömungen kann man auf einfache Weise im Seifenfilmkanal qualitativ veranschaulichen.

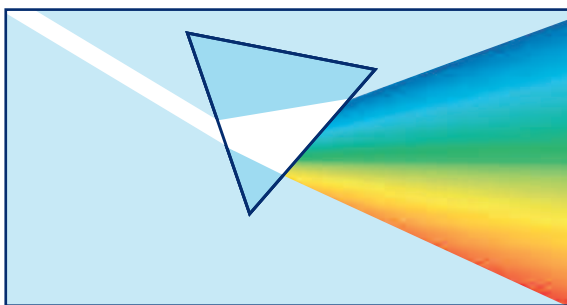


Strömung erzeugt Auftrieb

Strömungsvisualisierung mit dem Seifenfilmkanal

Strömungsvisualisierung

Beim Seifenfilmkanal wird die Tatsache genutzt, dass weißes Licht eine Überlagerung von Spektralfarben ist, die z.B. durch Brechung wieder getrennt werden können.



Licht fällt auf ein Prisma. Durch die Lichtbrechung werden die Spektralfarben des Lichtstrahls sichtbar.

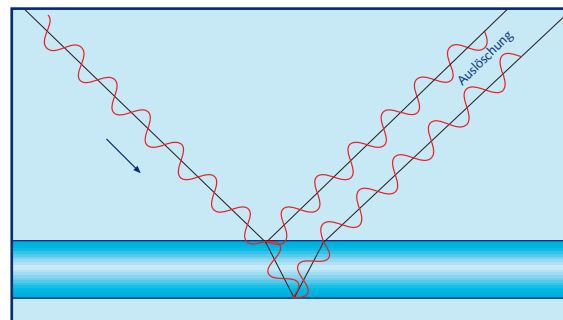
Der Seifenstrom

Mit einer Pumpe wird ein konstanter Strom von Seifenlauge erzeugt, der – zwischen zwei Nylonfäden aufgespannt – zu einem nach unten fließenden Seifenfilm wird. Bringt man einen Körper, z.B. ein Flügelprofil, in diesen Strom, so führt dies zu ähnlichen Geschwindigkeitsänderungen im Seifen-

strom, wie sie ein wirklicher Flügel in der Luft verursachen würde. Die Filmdicke und die Fließgeschwindigkeit hängen unmittelbar zusammen. Ändert sich die Geschwindigkeit, so ist eine Änderung der Filmdicke die Folge. Wie ein dünner Ölschleier auf dem Wasser schillert der Film bei Beleuchtung in allen Regenbogenfarben, und „man kann die Strömung sehen.“

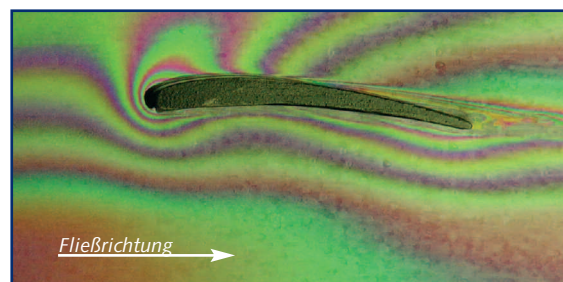
Die Druckverteilung an einem Flügelprofil bestimmen

Die verschiedenen Farben auf dem Seifenfilm entstehen durch Überlagerung (Interferenz) des an Vorder- und Rückseite des Seifenfilmes reflektierten Lichtes. Je nach Dicke der Filmschicht und Blickwinkel werden dabei unterschiedliche Farben ausgelöscht, und man erkennt die Komplementärfarben. Die Interferenzstreifen können daher als Höhenlinien der Dicke der Filmschicht angesehen werden. Die sichtbar gemachten Schwankungen der Filmdicke können als Druckänderungen der Luft beim modellierten Flügel interpretiert werden. (Dass eine mehr als qualitative Interpretation nicht ganz unproblematisch ist, findet man im Glossar unter „Reynoldszahl“ erläutert.)



Auslöschung einer Welle durch Interferenz

Wie bei den Höhenlinien auf einer Landkarte gilt hierbei: Liegen die Interferenzstreifen nahe beieinander, so entspricht dies einer schnellen Höhen- bzw. Druckänderung. Auseinandergezogene Linien auf der Landkarte signalisieren dagegen ein flaches Abfallen des Geländes und hier eine langsame Änderung des Druckes.



Profil im Seifenkanal

Versuche

Strömungsvisualisierung

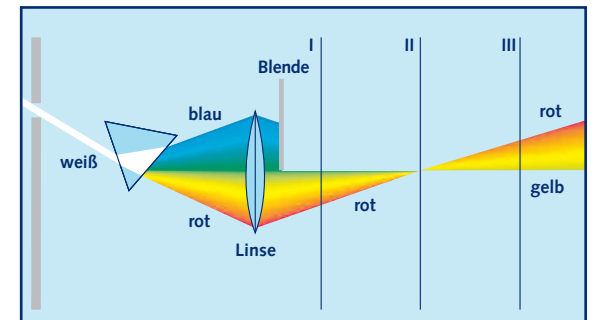
Mit der vorliegenden Apparatur können verschiedene vorhandene Profile im Seifenstrom untersucht werden. Es besteht auch die Möglichkeit eigene Profile zu entwickeln und zu testen. Dadurch können Strömungsuntersuchungen auch für ganz andere Bereiche als für die Luftfahrt durchgeführt werden.

Eine Mechanik erlaubt es, den Anstellwinkel der Profile zu verändern, um so dessen Auswirkungen auf die Strömung zu untersuchen.

Mit einer digitalen Kamera können die Bilder festgehalten und gespeichert werden, so dass man sie anschließend weiter auswerten kann.

Zerlegung des weißen Lichtes

Zur Förderung des Verständnisses der Vorgänge beim Seifenfilmkanal sind viele vorbereitende Versuche zur Spektralzerlegung des Lichtes vorgesehen.



Ausblenden von Spektralbereichen

Zum Nachdenken

1. Wo treten in Umwelt, Naturwissenschaft und Technik Strömungen auf, und welche Bedeutung hat ihr Verständnis für den Menschen?
2. Wie kann man Untersuchungen zu diesen Strömungen mit dem Seifenfilmkanal vornehmen?