

DLR_School_Lab

Göttingen

Strömungen

www.schoollab.dlr.de



Das DLR_School_Lab

Der Seifenfilmkanal

Die Schönheit der Seifenblasen und der Seifenfilme fasziniert seit langem Jung und Alt. Dabei sind nicht nur die Form der Seifenblasen von Interesse, sondern auch die schillernden Farben, die man dabei beobachten kann. Aber was hat eine Seifenblase mit Strömungslehre zu tun? Kann man damit das Fliegen erklären?

Um Antworten auf diese Fragen zu erhalten, beschäftigten sich seit Ende der 80iger Jahre pfiffige Forscher mit diesem Problem und entwickelten zunächst eine Möglichkeit, große Seifenfilme über einen langen Zeitraum stabil zu halten, um sie für die Umströmung von Flügelprofilen und verschiedener anderer Körper zu nutzen.

Wie nähern sich Wissenschaftler diesem Problem? Zunächst müssen sie die Hauptursache des Platzens von Seifenblasen, das durch das Verdunsten des Wassers entsteht, beseitigen.



Wissenschaftler wenden eine einfache Methode an. Sie lassen kontinuierlich Seifenwasser zwischen zwei Nylonfäden herunter laufen. Die verwendete Seifenlauge setzt die Oberflächenspannung des Wassers so weit herab, dass sich zwischen diesen beiden Fäden ein Seifenfilm der Größe von ca. 20 mal 80 Zentimeter aufspannen lässt.

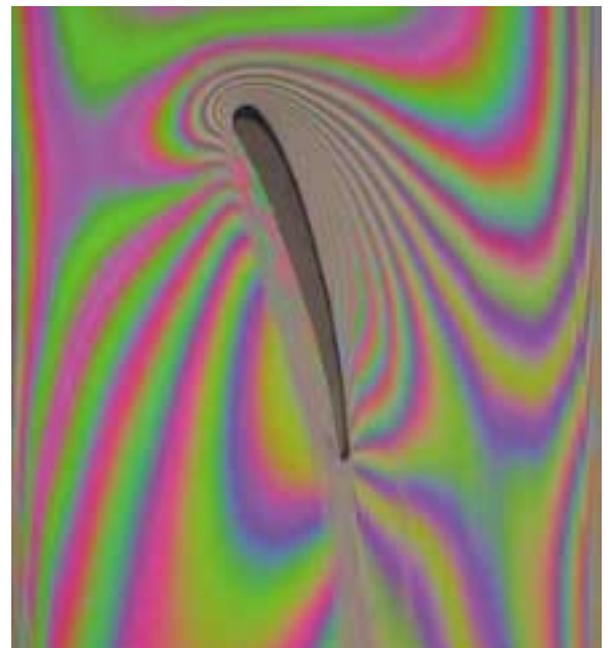
Der herabfließende Seifenfilm kann verschiedene Gegenstände umströmen. Man beobachtet ein faszinierendes Farbspiel.

Aber wie entstehen die Farben und wie kann man aus ihnen die Dichte und damit Druckverteilung an einem Flügelprofil bestimmen? Diese sind elementare Fragen zur Physik des Fliegens.

Durch die Umströmung, z.B. eines Flügelprofils, entstehen lokale Geschwindigkeitsänderungen, die eine Veränderung der Filmdicke bewirken. Mit geeigneter Beleuchtung lassen sich die Änderungen der Filmdicke mittels optischer Interferenz messen. Die Interferenzstreifen entsprechen dabei genau den Höhenlinien auf einer Landkarte. In diesem Modell können die so sichtbar gemachten Schwankungen der Filmdicke als Druckänderungen der Luft (bzw. eines beliebigen kompressiblen Gases) interpretiert werden.

Liegen die Interferenzstreifen nahe beieinander, so entspricht dies starken Änderungen der Filmdicke, also des Druckes. Auseinander gezogene Linienfolgen entsprechen einer gemächlichen Druckänderung.

Damit haben die Wissenschaftler eine einfache Methode entwickelt, das Strömungsverhalten um interessante Körper sehr schnell untersuchen zu können. Diese Methode der Strömungssichtbarmachung selbst auszuprobieren und sogar eigene Profile untersuchen zu können, ermöglicht dir das Experiment Seifenfilmkanal im DLR_School_Lab.



Flügelprofil im Seifenfilmkanal.



Der Seifenfilmkanal im DLR_School_Lab Göttingen.

Der Versuchsaufbau

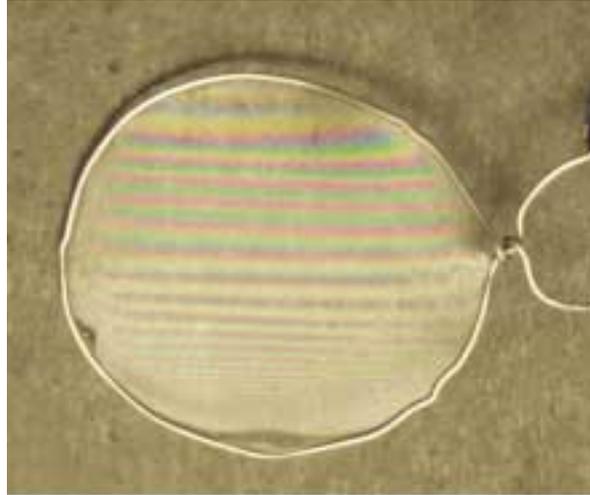
Der Seifenfilmkanal besteht aus einem Aluminiumrahmen von ca. 1 mal 2 Meter. Aus einem Behälter wird permanent Seifenlauge durch den Rahmen des Kanals an die obere Öffnung gepumpt. Von der Öffnung fließt die Seifenlauge zwischen zwei dünnen Nylonfäden herunter in den Behälter zurück. Zwischen den Nylonfäden spannt man den Seifenfilm auf. Um die Farben besser sehen zu können befindet sich eine schwarze Platte hinter dem Seifenfilm. An der Platte können die zu testenden Körper angebracht werden, die dann vom Seifenfilm umströmt werden.

Zur Variation der einzelnen Experimente kann man über einen Drehschalter die Körper mit verschiedenen Anstellwinkeln anströmen lassen. Ebenfalls lässt sich die Geschwindigkeit der Strömung variieren.

Für eine optimale Beleuchtung sorgt ein Lichtkasten, der den Seifenfilm mit weißem Licht anstrahlt. Mit der Digitalkamera werden die Strömungsbilder aufgenommen, die dann im Team besprochen werden.

Was ist ein Seifenfilm?

Bevor man das Experiment startet sind folgende Überlegungen sinnvoll: Welche Wirkung hat Seife auf die Oberflächenspannung? Wie kann man verschiedenste Seifenblasen bzw. Seifenfilme erzeugen?



gen? Gibt es eine Erklärung für die Entstehung der Farben? In welcher Position ergeben sich parallele Streifen?

Experiment am Seifenfilmkanal

Wird ein Körper in den frei fließenden Flüssigkeitsfilm eingebracht, so führen die damit verbundenen lokalen Geschwindigkeitsänderungen zu lokalen Variationen in der Filmdicke. Liegen die Farbänderungstreifen dicht beieinander, so bedeutet dies, eine stärkere Änderung der Dicke des Seifenfilms und damit der Druckänderung am Körper.



Bernoullikörper



Flügelprofil



Zylinder

Fragen zum Nachdenken

Welche Bedeutung haben diese Versuche für unsere Umwelt und Industrie?
Für welche Bereiche benötigen wir diese Untersuchungen in Luftfahrt, Raumfahrt, Energie und Verkehr?
Warum sieht man im reflektierten Licht keine Spektralfarben sondern Komplementärfarben?
Lassen sich Beobachtungen am Seifenfilmkanal auf das Umströmen großer Körper mit Luft übertragen?

Glossar

Ablösung

der Strömung tritt auf, wenn das Fluid (Flüssigkeit oder Gas) wegen zu großem Druckanstieg der Kontur des Körpers nicht mehr folgen kann.

Anstellwinkel

ist der Winkel zwischen der Anströmung und der Verbindungslinie zwischen dem vordersten und hintersten Punkt eines Tragflügels.

Auftrieb

Anteil der Luftkraft senkrecht zur Zuströmungsrichtung.

Grenzschicht

ist der Bereich der Strömung nahe der Körperoberfläche (einige Millimeter bis Zentimeter), in dem Reibungseinflüsse maßgeblich sind.

Interferenz

Überlagerungserscheinungen kohärenter, harmonischer Wellen.

Kármánsche Wirbelstraße

besteht aus zwei Reihen von Wirbeln mit entgegengesetztem Drehsinn, die sich abwechselnd rechts und links am Körper ablösen.

Knudsenzahl

Verhältnis der „freien Weglänge“ einer Molekülströmung zur Bezugslänge des Fluggerätes.

Komplementärfarben

sind die Farben, deren additive Mischung die Farbe Weiß ergibt.

kompressibel

zusammendrückbar.

laminar

ist eine glatte, geschichtete Strömung, insbesondere in der Grenzschicht, ohne Durchmischung des Mediums. Gegenteil: **turbulent**.

Machzahl

Verhältnis von Zuströmgeschwindigkeit zur Schallgeschwindigkeit.

Modellgesetze

müssen bei Modellversuchen beachtet werden, um die Messergebnisse auf die Großausführung übertragen zu können. (Reynoldszahl, Machzahl, Knudsenzahl)

Profil

ist der konstante Querschnitt durch eine Tragfläche, ohne Zuspitzung oder Verdickung.

Reynoldszahl

beschreibt das Verhältnis von Trägheits- zu Reibungskräften. Sie ist definiert als $Re = U L / \nu$; U = Strömungsgeschwindigkeit; L = charakteristische Länge; ν = kinematische Zähigkeit des Strömungsmediums. Die kritische Reynoldszahl bezeichnet den Übergang der laminaren in die turbulente Strömung. Strömungen des gleichen Typs, mit derselben Reynoldszahl sind ähnlich.

Spektralfarben

ein Prisma zerlegt weißes Licht in die Spektralfarben Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo, Violett.

Staudruck

dynamischer Druck der Zuströmung. Maß für die Bewegungsenergie.

Widerstand

Anteil der Luftkraft antiparallel zur Bewegungsrichtung.

Zuströmung

Relativbewegung zwischen Luft und Fluggerät.



Herausgeber:

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

Standort Göttingen
Bunsenstraße 10
D-37073 Göttingen

Text:
DLR_School_Lab Göttingen

Gestaltung:
ziller design, Mülheim an der Ruhr

Bildnachweis:
DLR

Druck:
Richard Thierbach GmbH,
Mülheim an der Ruhr

Das DLR_School_Lab Göttingen wird gefördert von:

