

Der Flutterkanal – was ist das?

Die umströmende Luft kann Flugzeugflügel während des Fluges zu unerwünschten Schwingungen anregen, die sich immer weiter aufschaukeln. Dieses so genannte „Flattern“ führt im Extremfall zur Zerstörung des Flugzeugs.

Versteifungen der Flügel verhindern diesen Effekt, erhöhen jedoch das Gewicht und damit den Treibstoffverbrauch.

Im „Flutterkanal“ kann die Abhängigkeit des Flatterns von verschiedenen Parametern eines Flügelmodelles studiert und so ein „optimaler Flügel“ entwickelt werden.

Glossar

Anemometer

Anemometer sind Strömungsmessgeräte. Die wichtigsten Klassen sind Flügelrad-, Hitzdraht- und Staudruck-Anemometer. Das Flügelradanemometer nutzt für die Messung die durch eine Strömung hervorgerufene Rotation eines kleinen Propellers, das Hitzdraht-Anemometer die durch einen Gasstrom verursachte Abkühlung eines erhitzten Drahtes. Damit geht eine Änderung des elektrischen Widerstandes einher, und das Staurohranemometer misst mittels eines in die Strömung gehaltenen Staurohrs den dynamischen Druck der Strömung.

In den Flutter-Messtand ist ein hochempfindliches Hitzdrahtanemometer integriert. Ein weiteres Hitzdrahtanemometer steht am großen Windkanal zur Verfügung. Ein Präzisionsflügelradanemometer findet man im Material zum Prandtl-Kanal.

Flatterschwingung

Aerodynamische Instabilität, die erst ab einer kritischen Windgeschwindigkeit auftreten kann, wenn die mechanische Struktur flattergefährdet ist. Das beobachtete Phänomen sind selbsterregte Schwingungen der Struktur mit über der Zeit exponentiell ansteigenden Schwingungsamplituden.



DLR_School_Lab
Hamburg

Vögel sollen flattern,
Flugzeuge nie!

Flutterkanal

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



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



Behörde für
Bildung und Sport

TUHH
Technische Universität Hamburg - Harburg

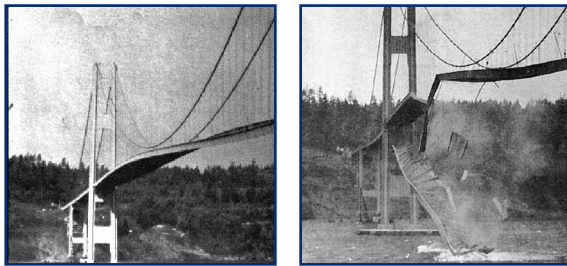


Luftfahrtstandort
Hamburg

Schwingungen

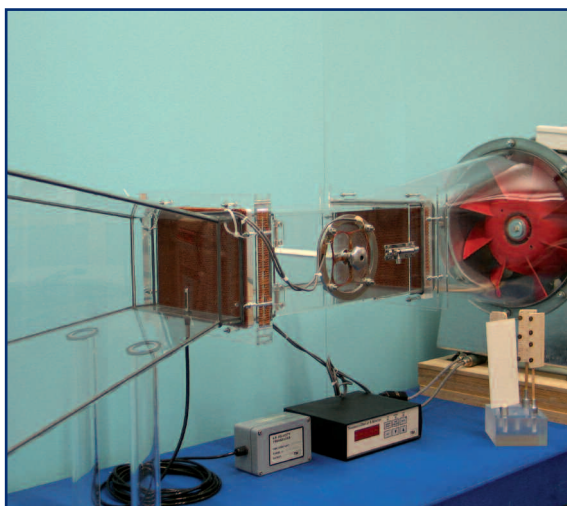
Jeder von Luft umströmte Körper neigt zu Schwingungen, die man, wenn die Schwingungsaussschläge nur groß genug sind, sogar sehen kann.

Bestes Beispiel ist die Fahne, die auch bei geringsten Winden zum Flattern angeregt wird. Die Fahne wird natürlich so konstruiert, dass sie flattert! Eine Brücke dagegen kann, wenn dieses Phänomen auftritt, soweit beschädigt werden, dass sie einstürzt.



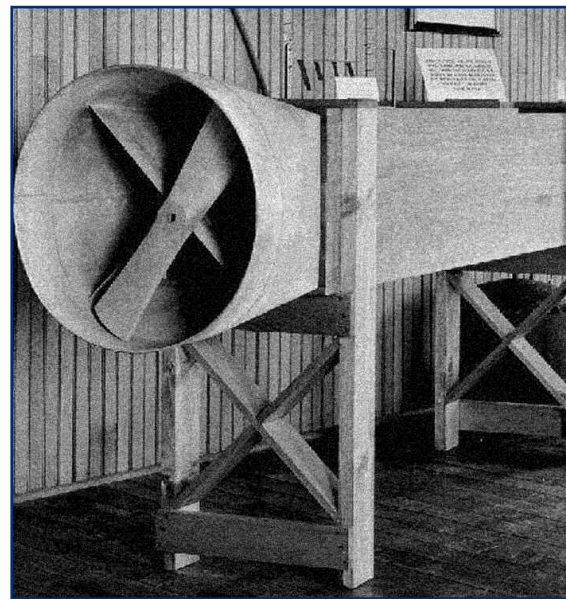
Tacoma Narrows Bridge, USA 1940: Diese Brücke geriet bei starkem Wind in große Schwingungen und brach zusammen.

Da Flugzeuge möglichst leicht gebaut werden müssen, sind vor allem die Flügel für Schwingungen aller Art besonders empfindlich. Gerät ein Flugzeugflügel bei hoher Fluggeschwindigkeit ins Flattern, ist es für Maßnahmen des Piloten meist zu spät. Die Folge des Flatterns, der Flügelbruch, führt immer zum Absturz. Deswegen ist es notwendig, dass für alle Flugzeuge, die heute für den Verkehr freigegeben werden sollen, nachgewiesen wird, dass das Flatterproblem nicht auftreten kann.



Der Flatterkanal im DLR_School_Lab Hamburg

Flatterkanal



In einem Flatterkanal, der erstmals im Jahr 1901 von den Gebrüdern Wright konstruiert wurde, kann das Flatterphänomen sichtbar gemacht werden.

Am DLR_School_Lab der Technischen Universität Hamburg-Harburg steht ein Flatterkanal mit moderner Messtechnik zur Verfügung, mit dem das Flatterphänomen an einem Flügelstreifen nicht nur sichtbar gemacht, sondern auch genauer untersucht werden kann.

Der fein geregelte Antrieb des Prüfstandes erlaubt Windgeschwindigkeiten von 10 bis 32 m/s, die mit einem hochempfindlichen Hitzdrahtanemometer gemessen und über PC aufgezeichnet werden können. Die Druckdifferenz der Testkammer beträgt bei Verwendung von zwei Windgleichrichtern maximal 300 Pa. In der Testkammer befindet sich ein Flügelstreifen, an dem mittels eines speziellen Kraftsensors Luftwiderstand und Auftrieb gemessen werden. Auch diese Signale werden über den Prüfstands-PC in Echtzeit aufgezeichnet und ausgewertet.



Flattern bei einem Segelflugzeug

Versuch

Flügel im Flatterkanal

Flugzeugflügel sind elastisch. Sie lassen sich beispielsweise bei Segelflugzeugen leicht von Hand sichtbar durchbiegen. Gleichermaßen kann man den Flügel von Hand sichtbar verdrehen. Wenn man die jeweilige Kraft und die entsprechende Verformung misst und ins Verhältnis setzt, gelangt man zu den Begriffen Biege- und Torsionssteifigkeit.

Im Versuch werden unterschiedliche Flügelstreifen im Luftstrom auf ihr Flatterverhalten untersucht. Von ganz wesentlicher Bedeutung ist die Lage des sogenannten Streifenschwerpunktes. Das ist der Punkt, an dem man den Streifen mit einer einzigen Kraft, seiner Gewichtskraft, unterstützen muss, ohne dass er herunterfällt. Die Lage des Streifenschwerpunktes kann manuell verstellt werden.

Nachdem der Prüfstand in Betrieb genommen und kalibriert worden ist, wird über den PC mit dem Antriebsregler die Luftgeschwindigkeit langsam erhöht. Die Messdaten werden mit einem Oszilloskop oder am PC beobachtet. Ab einer ausreichend hohen Windgeschwindigkeit zeigen zuerst die Messdaten der Sensoren, dass sich der Flügelstreifen leicht bewegt.

Durch verschiedene Maßnahmen kann diese normale Bewegung, die auf Störungen in der Luftströmung zurückzuführen ist, minimiert werden. Es stehen dazu auch zwei Gleichrichter aus wabenförmigen Platten (Honeycomb) zur Verfügung, um die für die Demonstration des Flatterns optimalen Strömungsverhältnisse zu erhalten.

Nicht jeder Flügelstreifen neigt zum Flattern. Je nach Schwerpunktposition und Torsionssteifigkeit des Flügelstreifens wird die kritische Windgeschwindigkeit niedrig, hoch oder gar nicht vorhanden sein. Durch gezieltes Ausprobieren und Aufzeichnen der jeweiligen Flattergeschwindigkeit soll der „beste Flügel“ gefunden werden.

Zum Nachdenken

1. Wie kann man den Schwerpunkt eines festen Körpers messen?
2. Wo können Flatterprobleme noch auftreten?