

Der Tischwindtunnel

Ein praktisches, aber wenig bekanntes Hilfsmittel für Wissenschaft und Konstruktion

Einführung

Windtunnel sind bekannt aus Filmen und Fotos über die Entwicklung von Flugzeugen und Raumfahrzeugen oder aus der Automobilwerbung, in der die aerodynamischen Merkmale von verschiedenen Fahrzeugen angepriesen werden. In den letzten Jahren werden sie außerdem beim Entwurf von Brücken verwendet, um Resonanzschwingungen bei starkem Wind zu vermeiden, und sind ein Hilfsmittel bei der Konstruktion moderner Hochhäuser, die Wirbelstürmen und Orkanen standhalten müssen. Es gibt allerdings auch wenig bekannte Anwendungsgebiete für Windtunnel, die praktischen Nutzen beim Entwurf von alltäglichen Produkten, der Wissenschaft, Forschung und Produktentwicklung bieten. Dort werden Tischwindtunnel eingesetzt.

Diese Geräte weisen alle allgemeinen Merkmale von normalen Windtunneln auf, z. B. einen geregelten Luftstrom, geringe Turbulenzen, Genauigkeit und Wiederholbarkeit des Luftstroms. Der Unterschied ist, dass diese Geräte für „bodenständigere“ Anwendungsgebiete eingesetzt werden. Die einfachsten Windtunnel werden für die Kalibrierung von Anemometern – Geräten zum Messen der Luftströmung – verwendet, während mit den anspruchsvolleren Geräten dieselben aerodynamischen Versuche möglich sind wie mit den großen Gegenstücken, nur in kleinerem Maßstab. In den letzten Jahren wurden ganz neue Anwendungsgebiete für Tischwindtunnel erschlossen, die praktischen Nutzen für die Entwicklung alltäglicher Produkte bieten: die Analyse der thermischen Eigenschaften von wärmeerzeugenden Objekten, wie Platinen und elektronischen Bauteile, und die Messung der Eigenschaften von Kühlkörpern, Wärmetauschern und anderen Geräten, die zur Kühlung oder Wärmeübertragung dienen.

Windtunnelkomponenten

Tischwindtunnel sind normalerweise Systeme mit einem offenen Luftkreislauf, das heißt, die Luft wird im Gegensatz zu Kanalnetzen oder anderen geschlossenen Leitungssystemen aus dem Raum angesaugt und wieder ausgestoßen. Unabhängig von der Größe haben Windtunnel einige Schlüsselemente gemeinsam, die im Folgenden vorgestellt werden. Der Testbereich, auch Luftkammer genannt, ist häufig das kleinste Teil des Geräts und für den Bediener am interessantesten. Er weist normalerweise einen runden oder quadratischen Querschnitt auf. In diesem Bereich werden die Testbedingungen erzeugt und die Messungen durchgeführt. Alle anderen Teile des Windtunnels dienen der Erzeugung des geregelten Luftstroms für die Testkammer. Der Gebläsebereich bewegt die Luft; eine Kombination von Waben, Schaufeln, Filtern und anderen Teilen verringert die Turbulenzen der Luft und erzeugt eine laminare Strömung; und ein Bereich mit verschiedenen Kanalquerschnitten gibt der Strömung beim Leiten in die Testkammer die gewünschte Form.

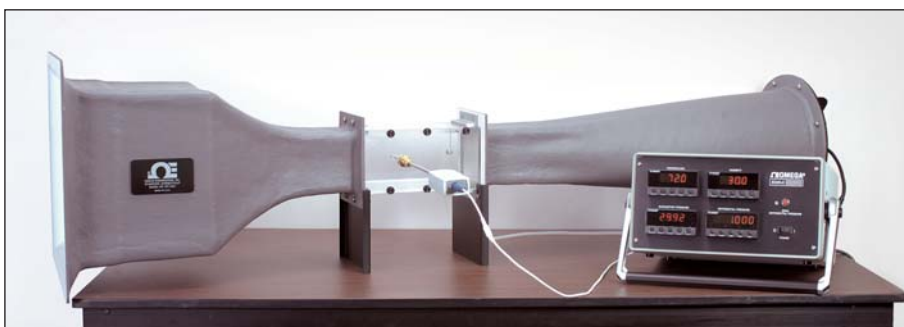


Abbildung 1 – Windtunnel in Laborqualität mit Bedienfeld

Abbildung 1 zeigt einen typischen Tischwindtunnel (Omega Engineering, Inc., Stamford, CT). In der Mitte ist die durchsichtige Testkammer zu sehen. Das Gebläse auf der linken Seite zieht die Luft in die quadratische Öffnung an der rechten Seite, an der ein Glasfaser-Wabenfilter eine gleichmäßige

Strömung erzeugt, die danach über einen Kanal in die Luftkammer geleitet wird, und dabei die gewünschte Form erhält. Dieses Gerät kann sowohl zur Kalibrierung als auch für Strömungsversuche eingesetzt werden.

Anwendungsgebiete

Im Folgenden werden gebräuchliche Anwendungsgebiete für die zuvor vorgestellten Tischwindtunnel beschrieben. Das erste und einfachste Anwendungsgebiet ist die Kalibrierung von Anemometern mithilfe der Luftströmung. Anemometer sind Geräte zum Messen der Luftgeschwindigkeit, die in vielen Bereichen von Wissenschaft und Entwicklung, sowie in bestimmten Handwerken allgegenwärtig sind. Die zwei gängigsten Ausführungen sind Flügelradanemometer, bei denen der Luftstrom ein kleines Flügelrad antreibt, und Heißdrahtanemometer, bei denen ein elektrisch beheiztes Element durch den Luftstrom abgekühlt wird. Diese Geräte werden in der Industrie für verschiedene Tests und Einstellungen der Luftströmung verwendet. Zusätzlich zur Bestimmung der allgemeinen Luftströmung können sie zum Überwachen der Luftgeschwindigkeit in Spritzkabinen, Abzugshauben, Reinräumen und Arbeitsplätzen mit laminarer Strömung eingesetzt werden. Mit Anemometern kann auch die Strömung durch in der Industrie eingesetzte große Filter und Heiz- oder Kühlschlangen ermittelt werden. In der Wissenschaft werden Anemometer für die Wettermessung und -analyse in Umweltstudien und für die Forschung verwendet. Das häufigste Anwendungsgebiet ist wahrscheinlich die Installation und Wartung von Klimasystemen, in denen Anemometer für den Luftausgleich, die Strömungsmessungen und die Fehlersuche unentbehrlich sind.

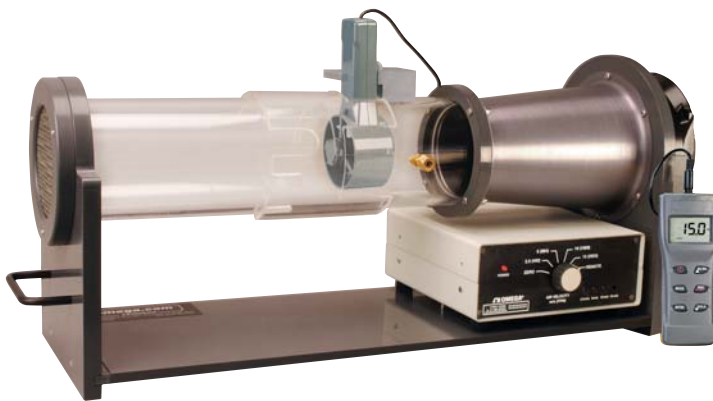


Abbildung 2 – Tischwindtunnel für die Kalibrierung
(Omega Engineering, Inc.)

Die Benutzung eines Windtunnel für die Kalibrierung von Anemometern ist unkompliziert und setzt keine besonderen Spezialkenntnisse voraus. Die Testkammer ist normalerweise für bestimmte Modelle eingerichtet, entweder Flügelradanemometer oder Heißdrahtanemometer, und der Luftstrom gegen einen NIST-Standard vorkalibriert. Montieren Sie das zu testende Gerät, wählen Sie den Luftstrom und lesen Sie den Messwert auf dem Testgerät ab. Das Gerät in Abbildung 2 wird mit dem gezeigten Bedienfeld geregelt. Die Luftstromrate wird mit einem Mehrpunktschalter ausgewählt (WTM-1000).

Für breitere Anwendungsgebiete von Windtunneln bietet ein Modell wie in Abbildung 1 eine größere Flexibilität. Dieses Gerät kann nicht nur als Kalibrierungslabor eingesetzt werden, sondern ist auch für ähnliche Anwendungsgebiete geeignet wie seine großen Brüder, z. B. für aerodynamische Versuche mit Modellen. Dazu gehören Produktentwurf und -entwicklung, Forschungs- und Entwicklungsprojekte und Experimente in Universitätslabors. Die Testkammer ist für eigene Montagevorrichtungen und Instrumentierung geeignet und ermöglicht die Messung von Temperatur, Feuchte und Luftdruck. Windtunnel für Laboranwendungen bieten normalerweise eine breitere Spanne an Strömungsraten als die deutlich einfacheren Kalibrierungswindtunnel – 1 bis 250 m³/min gegenüber 15 bis 85 m³/min. Zudem sind die Strömungsraten stufenlos einstellbar und nicht voreingestellt wie im Kalibrierungswindtunnel. Für die niedrigsten Strömungsraten werden speziell entwickelte Platten verwendet, die den Luftstrom verringern und gleichzeitig die erforderliche Gleichförmigkeit und geringe Turbulenz erhalten.

Das neuste Anwendungsgebiet für diese praktischen Luftströmungsgeräte liegt in der Entwicklung alltäglicher Produkte: die thermische Analyse von elektrischen und elektronischen Bauteilen. Dazu gehören aktive Geräte wie Platinen und elektronische Bauteile sowie passive Geräte wie Kühlkörper und Wärmetauscher.



Abbildung 3 – Tischwindtunnel für die thermische Analyse

Der Aufbau dieser Geräte stellt einen Bruch mit den herkömmlichen Ausführungen dar, die für Luftströmungsversuche und zur Kalibrierung verwendet werden. Wie das Beispiel auf der linken Seite zeigt, ist die Luftkammer im Gegensatz zu den herkömmlichen Gegenstücken der größte Teil des Geräts. Die Gebläse auf der linken Seite können einzeln geregelt werden und Luft durch die rechte Seite ziehen, an der ein Wabenfilter Turbulenzen verringert und eine gleichmäßige Strömung erzeugt. Das zu testende Objekt wird in der Luftkammer an eine Universalmontagevorrichtung gehängt, die für ein breites Spektrum an Testobjekten eingerichtet werden kann. Die Testkammer verfügt über mehrere Öffnungen für Instrumentierung, z. B. Temperaturfühler und Anemometer. Der Luftstrom ist stufenlos einstellbar, so dass verschiedene Testbedingungen erzeugt und Temperaturprofilmessungen durchgeführt werden können. Das Gerät kann über einen kleinen Bedienfeld oder eine PC-Schnittstelle betrieben werden.

Fazit

Für die meisten Ingenieure ist ein Windtunnel wahrscheinlich kein alltägliches Arbeitsmittel. Mit dem wenig bekannten Tischwindtunnel lässt sich allerdings in bestimmten Anwendungsgebieten die Effektivität von Tests, Messungen und Konstruktionen erheblich steigern. Wenn Sie regelmäßig Anemometer verwenden, können Sie die Kalibrierung mit einem Kalibrierungs-Tischwindtunnel im eigenen Haus durchführen. Wenn Sie in der Forschung oder der gehobenen Produktentwicklung tätig sind, können Sie mit einem Gerät in Laborqualität entscheidende Daten ermitteln. Wenn Sie Platinen, wärmeerzeugende Bauteile, Kühlkörper oder andere Kühlgeräte entwickeln, bietet ein Windtunnel zur thermischen Analyse einen neuen Weg zur Entwicklung von sichereren, zuverlässigeren und hochwertigeren Produkten. Wenn eine dieser Kategorien auf Sie zutrifft und Sie noch nie von Tischwindtunneln gehört haben, entdecken Sie neue Arten der Produktivitätssteigerung.

© COPYRIGHT 2008 Newport Electronics GmbH. Alle Rechte vorbehalten.

<http://www.omega.de>