

Aero-Akustische Umrüstung des Niedergeschwindigkeits-Windkanals Braunschweig (NBW) und Erweiterung der Versuchshalle mit Messwarte

Am 2. Dezember 2010 eröffnete das deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Braunschweig gemeinsam mit der Stiftung Deutsch-Niederländische-Windkanäle (DNW) den leistungsfähigsten aeroakustischen Windkanal der Welt. Dieser Windkanal zählt nicht nur zu den leisesten, sondern ist auch extrem flexibel und kann so für Flugzeuge und für Autos eingesetzt werden.

Aufgrund des plötzlich einbrechenden Winters hatte sich die geladene Prominenz um einiges verspätet. Die Wartezeit auf den niedersächsischen Ministerpräsidenten, der den Windkanal in Betrieb nehmen sollte, und den Braunschweiger Oberbürgermeister Dr. Gert Hoffmann ging jedoch durch den kurzweiligen Vortrag von Dr. Johann-Dietrich Wörner, Vorstandsvorsitzender des DLR schnell vorüber. Der „gelernte“ Bauingenieur und Statiker konnte somit auch als „Talkmaster“ überzeugen.

Das Messspektrum des NBW (Niedergeschwindigkeits-Windkanal Braunschweig) umfasst aerodynamische und aero-akustische Untersuchungen an Modellen von Flugzeugen der Zivil- und Militärluftfahrt, Raumfahrzeugen und Hubschraubern, Untersuchungen an Modellen und Großausführungen von Flugkörpern, Personen- und Lastkraftwagen sowie an Strahltriebwerken, Propellern und Rotoren. Für die Untersuchungen steht eine Vielzahl unterschiedlicher Modellabhängigkeiten für den Betrieb mit offener und geschlossener Messstrecke zur Verfügung.

In den kommenden Jahren ist mit einem großen Anstieg der weltweiten Verkehrsleistungen, insbesondere im Luftverkehr, zu rechnen. Die sogenannte Vision 2020, ein Koordinierungsnetzwerk von Partnern aus 17 Ländern unter der Führung Deutschlands, hat sich unter anderem zum Ziel gesetzt, bis 2020 neue Technologien zu entwickeln, die die Lärmemissionen neuer Verkehrsflugzeuge gegenüber dem Jahr 2000 um 50 Prozent senken können.

Aufgrund des hohen Eigenlärms der Windkanäle konnten bisher nur die dominanten Hauptquellen der Geräuscherzeugung, z. B. ausgefahrene Fahrwerke bei der Landung, erforscht werden. Andere, kleinere Lärmquellen, die aufsummiert jedoch auch eine beachtliche Bedeutung haben, konnten bislang nicht identifiziert werden.

Um auch zukünftig die erhöhten Anforderungen in der Akustikforschung erfüllen zu können, plante die DNW eine akustische Ertüchtigung des bestehenden Niedergeschwindigkeits-Windkanals, der sich bereits durch sehr gute aerodynamische Eigenschaften auszeichnete. Besonders stolz ist Dr. Andreas Bergmann, Leiter des Niedergeschwindigkeits-Windkanals Braunschweig auf die kurze Planungszeit. Diese war nur aufgrund der interdisziplinären Zusammenarbeit mit dem DLR-Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik und dem Simulationszentrum C²A²S²E möglich. So konnte die Windkanalströmung des geplanten

Umbaus im Vorfeld berechnet und nach nur einjähriger Planungszeit mit der Umrüstung begonnen werden.

Vorhandene Baubauung vor den Um- und Anbaumaßnahmen

Der Gebäudekomplex Gebäude 110 auf dem Gelände des DLR Braunschweig wurde in den Jahren 1958 bis 1960 unter dem Namen Normalwindkanal des D.F.L geplant und gebaut. Die statischen Berechnungen und Zeichnungen dazu wurden von unserem Bürovorgänger Dr. Träger angefertigt.

Das Gebäude besteht aus drei eigenständigen Gebäudeteilen, dem Westanbau mit 2-geschossige Werkstattgebäuden, der ca. 300 m² großen Versuchshalle, die zwischen der westlichen und östlichen Stahlbeton-Windkanalröhre liegt, und dem Ostanbau, ein 2-geschossiges Bürogebäude. Alle Gebäudeteile wurden in Massivbauweise erstellt und sind über Gebäudefugen komplett voneinander getrennt, nur im Gründungsbereich gibt es diese Trennung nicht.

Umbaumaßnahmen an der Windkanalröhre

Um die heutigen technischen Anforderungen erfüllen zu können, wurde eine größere schallabsorbierende Windkanalröhre erforderlich.

Dazu wurde der westliche Teil der Stahlbeton-Windkanalröhre komplett abgebrochen, einschließlich der Fundamente, da die Strecke von der Messstrecke bis zur 1. Umlenkecke im Westen erheblich verlängert werden musste. Weiterhin wurden auch große Teile des Westanbaus rückgebaut bzw. abgebrochen. Es blieb lediglich der nordwestliche Werkstattbereich erhalten.

Die neue, längere Windkanalröhre wurde als freistehende Stahlbetonröhre mit äußerer Wärmedämmung westlich an die bestehende Stahlbetonröhre angeschlossen. Die Wände wurden aus Stahlbeton-Doppelwänden erstellt, die Dachdecke wurde komplett in Ortbeton gefertigt.

Die alten Umlenkschaufeln, der Ventilator, der Antrieb und der Wärmetauscher wurden gegen neue ausgetauscht. Da die neuen Umlenkschaufeln jedoch größer als die alten sind, wurde es erforderlich, auch die Umlenkecken im östlichen Teil des Windkanals, der erhalten blieb, zu vergrößern. Dazu mussten Teile der Ecken der Stahlbetonröhrenwände abgebrochen werden. Um die Standsicherheit weiterhin zu gewährleisten, wurden die Halbrahmen der Ecken mit einer außerhalb der Röhre angeordneten Stahlkonstruktion verstärkt.

Erweiterung der Versuchshalle

Die bestehende Versuchshalle ist 15 m breit und 20 m lang. Sie besitzt ein Tonnendach, die max. Höhe beträgt ca. 14 m. Auf der Ebene von +8,00 m befindet sich eine umlaufende, ca. 3,50 m breite Galerie. Die Tore befinden sich auf der Hallennordseite, auf der Südseite schließt die Windkanalröhre an.

Die Tragkonstruktion der vorhandenen Versuchshalle besteht im EG aus dreifeldrigen Stahlbetonrahmen mit einer Höhe von 8,0 m in der westlichen und in der östlichen Hallenlängswand. Oberhalb der 8,0 m Bühne wurden Stahlbetonrahmen mit gebogenen Riegeln in Gebäudequerrichtung ausgeführt. Die Stahlbetondachdecke ist 14 cm dick und spannt über die im 4,40 m Abstand stehenden Rahmen.

Um mehr Lagerfläche für die demontierbaren aero-akustischen Einbauten zu erhalten, wurde die Versuchshalle auf der Nordseite erweitert. Der Hallenanbau besteht aus einer Stahlrahmenkonstruktion und erstreckt sich über die gesamte bestehende Hallenbreite, ist ca. 12 m lang und 15 m hoch. Die Außenwände bestehen aus Kassettenprofilen mit Trapezblechverkleidung. Das Dach wird als Flachdach mit Trapezblech, Wärmedämmung und Abdichtung ausgeführt. Weiterhin erhält sie ebenfalls eine Arbeitsbühne in Verlängerung der bestehenden Bühne. Die neue Arbeitsbühne besteht aus einer Stahlfachwerkkonstruktion mit aufliegender Betonplatte und Aufhängungen an den Fachwerkbindern.

Um einen guten Blick auf die Versuchsaufbauten zu haben, wurde eine neue, 25 m lange Messwarte auf der westlichen Hallenseite geplant. Aus versuchstechnischen Gründen soll die Messwarte oberhalb des Windkanals liegen und in die Halle hinein ragen. Die Messwarte ist eine 1-geschossige Stahlkonstruktion, deren Fußboden auf der Ebene +8,00 m, der Ebene der Arbeitsbühne liegt. Diese scheinbar schwebende Meßkabine ist eine architektonisch besonders ansprechende Konstruktion. Diese musste recht leicht ausgeführt werden, da sie im Bereich des Hallenanbaus nur an zwei Stellen über Zugstützen an das Halledach angehängt werden konnte. Zusätzliche vertikale Abstützungen auf den Baugrund waren aus architektonischen Gründen nicht gewünscht.

Im Bereich der bestehenden Halle wird die Messwarte auf das Flachdach des Werkstattgebäudes gesetzt. Diese Dachdecke ist ein Stahlbetondach, das zur Lastabtragung der zusätzlichen Lasten mit Stahlunterzügen und Stützen ertüchtigt wurde.

Zur Erschließung der Messwarte wurde nordwestlich ein Massivtreppenhaus vorgesehen. Weiterhin wurde auf der Nordostseite der Eingangsbereich zu den Bürogebäuden umgebaut bzw. erweitert.

Interessantes statisches Tragsystem

Eine besondere statisch-konstruktive Herausforderung war die horizontale Anbindung des Hallenanbaus an den Bestand.

Die Arbeitsbühne der alten Versuchshalle besteht aus einer Stahlbetonplatte, die zwischen Stahlträgern betoniert wurde. Die Stahlträger liegen auf den Stahlbetonrahmen der Außenwände auf und werden im Halleninneren über Zugstangen an die Stahlbetonquerrahmen gehängt. Die Hallenquerbinder (Zweigelenkrahmen) sind an den Fußpunkten (+8.00 m) gelenkig auf die Hallenlängsrahmen gelagert. Die aus diesem statischen System auftretenden Horizontallasten aus den Rahmen wurden von der Arbeitsbühne auf +8.00 m aufgenommen. Die Längsseiten wirkten wie Fachwerkträger wobei die Stahlbetonplatte die Druckstreben bildete. Die

Stahlbetonplatte an den Giebelseiten wirkte als Zugband. Gemäß der alten Statik tritt an jedem der vier Eckpunkten somit eine Horizontallast von ca. 380 kN auf.

Da aufgrund des Anbaus die Arbeitsbühne auf der Nordseite abgebrochen wurde, mussten diese Horizontallasten über die neue Arbeitsbühne im Hallenanbau aufgenommen und bis in die Gründung abgetragen werden. Die Übertragung der Horizontallasten erfolgt durch ein Zugstangensystem. Eine Zugstange wird durch eine Kernbohrung in der vorhandenen Stahlbetonstütze geführt und mit dem Randträger der neuen Bühne verbunden. Dort werden die Horizontallasten dann über das Fachwerksystem der neuen Bühne in die Stahlbetonwandscheiben des neuen Treppenhauses auf der Westseite und die Stahlbetonwandscheiben des neuen Eingangsbereiches auf der Ostseite abgetragen. Die neue Arbeitsbühne erhält jedoch nicht nur hohe horizontale Beanspruchungen, sondern auch hohe vertikale Radlasten aus dem MPM (Model Positioning Mechanism). Das MPM ist eine Bewegungsplattform und lässt Bewegungen in 6 Freiheitsgraden zu. So können Flugzeugmanöver simuliert werden und eine hochpräzise Vorhersage der Flugeigenschaften und dynamischen Lasten zukünftiger Flugzeuggenerationen möglich machen.

Das MPM ist ca. 4,40 m lang bewegt sich im Luftraum zwischen den Arbeitsbühnen. Über 4 Räder läuft es auf einer Schiene, die auf dem Randträger der Bühne aufgeschweißt ist. Da am MPM keine Resonanzschwingungen bis zu 3 Hz auftreten dürfen, wurde eine Schwingungsanalyse durchgeführt. Diese ergab, dass, um die Eigenfrequenzen des Gebäudes zu erhöhen, noch ein zusätzlicher Verband in der Messwarte eingebaut werden musste.

Auch wenn die Bauwerkskennwerte, Volumen umbauter Raum und BGF des Hallenanbau nicht besonders groß sind, so war die statisch-konstruktive Bearbeitung aufgrund der vielseitigen besonderen Anforderungen jedoch ausgesprochen aufwendig.

Bauherr:	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V
Nutzer:	DNW (Deutsch-Niederländische-Windkanäle)
Architekt:	HTP Architekten, Braunschweig
Tragwerksplanung Umbau und Anbau Halle:	Ingenieurbüro für Bautechnik, Dipl.-Ing. H.-G. Westphal
Baugrundgutachten:	GGU, Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH
HLS-Planung:	Ingenieurbüro Meyer GbR, Braunschweig
Elektro-Planung:	Ingenieurbüro für Haustechnik, D. Liesegang & A. Prasse, Halle
Schwingungsberechnung:	DYNATEC, Gesellschaft für CAE und Dynamik mbH, Braunschweig
Generalunternehmer Windkanalröhre:	MBN Montage-Bau GmbH, Magdeburg