



## Einmalige Windkanalversuche für langsamere Anflüge

Mittwoch, 12. Februar 2014

Langsamere Anflüge führen zu weniger Lärm. Wie langsam, steil und damit leiser ein heutiges Verkehrsflugzeug seinen Zielflughafen anfliegen kann, bestimmt das sogenannte Hochauftriebssystem mit seinen ausfahrbaren Landeklappen an den Tragflächen. Ebenso hilfreich: Langsamere Flugzeuge können auf kürzeren Landebahnen aufsetzen. Um die Vorhersage der Hochauftriebsleistung in Computermodellen und im Windkanalversuch deutlich zu verbessern und zukünftig langsameren und leiseren Anflügen den Weg zu bereiten, forscht das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) gemeinsam mit Airbus und dem Europäischen Transsonischen Windkanal ETW im Dreischritt von Flugversuchen, Windkanalversuchen und Computersimulationen. Anfang Februar fanden im Rahmen des Projekts HINVA (High Lift Inflight Validation) bisher einmalige kryogene Windkanalversuche bei Tiefsttemperaturen im Kölner ETW statt. Mit Lasermesstechnik und anderen fortschrittlichen Messverfahren detektierten die Forscher in bisher unerreichter Genauigkeit die Strömungszustände an einem Airbus A320 mit ausgefahrenen Landeklappen unter realen Flugbedingungen. Die Forscher haben eigens für die Versuche ein hochpräzises Windkanalmodell gebaut. Grundlage waren vorangegangene Strömungsmessungen bei Flugversuchen mit dem DLR-Forschungsflugzeug A320 ATRA.

### Weltweite Forschungspremiere

"HINVA ist für die Weiterentwicklung heutiger Hochauftriebstechnologien ein weltweit einmaliges Forschungsprojekt", erklärt Prof. Rolf Henke, DLR-Vorstand für den Bereich Luftfahrt. "Mit dem Forschungsflugzeug A320 ATRA, dem Europäischen Transsonischen Windkanal ETW und dem DLR - Hochleistungs-Computercode TAU nutzt das DLR seine einmalige Forschungsinfrastruktur und bringt seine weltweit führenden Messmethoden zum Einsatz", so Henke weiter. Erstmals überhaupt führt das DLR in der Hochauftriebsforschung Computersimulationen mit Flug- und Windkanalversuchen an einer derart komplexen Konfiguration zusammen.

Dieser einmalige Ansatz wird vom Verbundpartner Airbus im Rahmen seiner Forschungsaktivitäten unterstützt, denn die angestrebte präzise Vorhersage der Strömungsvorgänge bei Start und Landung sind ein wesentlicher Beitrag für die Optimierung künftiger Flugzeugentwicklungen. Die Versuchsergebnisse werden für die gesamte Luftfahrtbranche eine bedeutende Rolle spielen: "Die Luftfahrtindustrie kann bei neuen Produkten detaillierter einplanen, welche Abweichungen zwischen vorhergesagten Hochauftriebsleistungen und gemessenen Werten zu erwarten sind", unterstreicht Henke. "Die Luftfahrtforschung erhält wertvolle Erkenntnisse, wie die Kombination der drei Methoden Simulation, Kryokanal und Flugversuch bei gängigen Luftfahrzeugen eine bisher unerreichte Genauigkeit in der aerodynamischen Analyse und Weiterentwicklung erlaubt."

### Wechselspiel von Klappen und Spalten

Für die Leistungsfähigkeit eines Hochauftriebssystems spielen neben den eigentlichen Landeklappen auch die Spalte, die sich zwischen den Elementen Vorflügel, fester Hauptflügel und Hinterkantenklappe öffnen, eine wichtige Rolle. Alle Elemente müssen exakt und optimal zueinander ausgerichtet sein. Die Simulation des hochkomplexen Maximalauftriebs, der an die Grenzen des Fliegbaren reicht, ist noch immer eine große Herausforderung für heutige Computermodelle. "Mit CFD-Simulationen (CFD, Computational Fluid Dynamics) haben wir im DLR mit dem größten Rechenzentrum für die Luftfahrtforschung in Europa (C<sup>2</sup>A<sup>2</sup>S<sup>2</sup>E, Center for Computer Applications in Aerospace Science and Engineering) große Fortschritte gemacht", sagt der Leiter des DLR-Instituts für Aerodynamik und Strömungstechnik in Braunschweig Prof.

Dr.-Ing. Cord-Christian Rossow. "Für eine weitere Verbesserung der Modelle sind reale Strömungsdaten aus Flug- und Windkanalversuchen unerlässlich."

### **Turbulente Strömung im Laserlicht**

In dem weltweit führenden und in Europa einzigartigen Windkanal, in dem Luftfahrzeuge unter wirklichkeitsgetreuen Flugbedingungen getestet werden können, rückten die Forscher einem neugefertigten kryotauglichen Halbmodell des A320 mit ihren Messgeräten zu Leibe. Dabei kam eine Lasermesstechnik namens PIV (Particle Image Velocimetry) zum Einsatz. Mit dieser Technik untersuchten die Forscher detailliert Bereiche, an denen es zu Wirbelbildungen und Ablösungen kommt. In diesen Bereichen verläuft die Strömung nicht mehr ideal und es finden komplexe aerodynamische Interferenzen statt, die letztlich die Hochauftriebsleistung begrenzen. "Mit der Lasermesstechnik PIV unserer Kollegen aus Göttingen sind wir in der Lage, die Geschwindigkeit der Strömung in den verschiedenen kritischen Bereichen der Tragfläche gleichzeitig zu erfassen", sagt der HINVA-Projektleiter Dr.-Ing. Ralf Rudnik vom DLR-Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik. "Darin liegt einer der Schlüssel zum besseren Verständnis des Auftriebszusammenbruchs". Mit PIV werden erstmalig geeignete experimentelle Strömungsfeld Daten im Langsamflugbereich für den direkten Vergleich mit Flugversuchsdaten und numerischen Berechnungen bereitgestellt. Daneben kamen klassische Methoden wie Kraft- und Druckmessungen ebenso wie das moderne Stereo-Pattern Tracking (SPT) zur Deformationsmessung und ein Mikrofon-Array zur akustischen Quellbestimmung zum Einsatz.

### **Strömungsmessungen bei 160 Grad unter Null**

Für eine möglichst genaue Nachbildung der realen Strömungsverhältnisse eines Verkehrsflugzeuges erhöhten die Forscher den Druck im Inneren des ETW auf 3,3-fachen Atmosphärendruck und kühlten das Strömungsgas Stickstoff auf minus 160 Grad Celsius. "1.281 Tonnen flüssigen Stickstoffs haben wir für die HINVA-Versuchsläufe in den ETW zur Verdampfung eingeleitet", berichtet der Leiter des ETW Dr.-Ing. Guido Dietz. Am ETW können Modelle unter Anströmung von bis zu 1,35-facher Schallgeschwindigkeit untersucht werden. Bei HINVA wurden aber nur Strömungsgeschwindigkeiten bis knapp unter die Marke 0,2-facher Schallgeschwindigkeit genutzt. "Rund 30 Prozent unserer Tests konzentrieren sich inzwischen auf Hochauftriebsuntersuchungen bei typischen Start- und Landegeschwindigkeiten", so Dietz weiter. "Auch bei diesen Bedingungen liefert der ETW flugrelevante Daten, die in konventionellen Windkanälen prinzipiell nicht zu erzielen sind." Der ETW wurde von den vier Staaten Frankreich, Deutschland, Großbritannien und den Niederlanden entwickelt und gebaut. Das DLR vertritt Deutschland als Anteilseigner.

### **Forschungsflugzeug als Windkanalmodell**

Für die Fertigung des hochpräzise ausgelegten Windkanalmodells eines A320 verwendeten die Forscher umfangreiche Messdaten, die sie mit dem DLR-Forschungsflugzeug A320 ATRA (Advanced Technology Research Aircraft) im Juli 2012 während einer dreiwöchigen Flugversuchskampagne bei Airbus in Toulouse sammelten. Damals statteten die Wissenschaftler in Zusammenarbeit mit der TU Berlin das Forschungsflugzeug mit mehreren hundert Sensoren aus, die über die gesamte Außenhaut verteilt wurden. Eine Druckmessanlage mit Leichtmetallgurten auf der Backbordtragfläche und am Höhenleitwerk lieferte zuverlässige Strömungsdaten. Für die Testpiloten waren die insgesamt zehn Testflüge eine fliegerische Herausforderung, da sie in sogenannten Überziehmanövern immer wieder die aerodynamischen Grenzen des Flugzeugs im Langsamflug ansteuerten.

### **Weitere Flugkampagne geplant**

Das Verbundprojekt HINVA wird im Rahmen des Luftfahrtforschungsprogramms IV des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert. Dadurch werden nationale Fähigkeiten in der Leistungsbewertung von Luftfahrzeugen gebündelt, um auch zukünftig eine international führende Position im Bereich der Hochauftriebsforschung einzunehmen. Im Herbst 2014 ist eine zweite Flugkampagne mit dem DLR-ATRA geplant. Dabei sollen im Flugversuch an Tragflächen und Klappen Strömungsgeschwindigkeiten gemessen werden, wobei auch ein wichtiger Schritt zur erstmaligen direkten Anwendung der PIV-Lasermesstechnik an Verkehrsflugzeugen geplant ist. Zukünftig hat die Kombination aus CFD-Simulation, Windkanalversuch und Flugversuch das Potential, auch die Widerstandswerte bei hohen Geschwindigkeiten im Reiseflug deutlich genauer vorherzusagen.

---

## Kontakte

*Falk Dambowsky*  
*Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)*  
*Media Relations*  
*Tel.: +49 2203 601-3959*  
*Fax: +49 2203 601-3249*  
*falk.dambowsky@dlr.de*

*Prof. Dr. Ralf Rudnik*  
*Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)*  
*Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik*  
*Tel.: +49 531 295-2410*  
*ralf.rudnik@dlr.de*

*Dr.-Ing. Guido Dietz*  
*Europäischer Transsonischer Windkanal (ETW)*  
*Managing Director*  
*Tel.: +49 2203 609-116*  
*GD@etw.de*

---

## Besichtigung des Windkanalmodells im ETW



Am hochpräzisen Windkanalmodell eines Airbus A320, das eigens für die Versuche im Rahmen des HINVA-Projekts angefertigt wurde (v.l.n.r.): Leiter des DLR-Instituts für Aerodynamik und Strömungstechnik Prof. Dr. Cord-Christian Rossow, DLR-Luftfahrtvorstand Prof. Rolf Henke, HINVA-Projektleiter Dr. Ralf Rudnik und Detlev Schwetzler (Airbus).

Quelle: DLR (CC-BY 3.0).

## Europäischer Transsonischer Windkanal (ETW) in Köln



Der ETW wurde von den vier Staaten Frankreich, Deutschland, Großbritannien und den Niederlanden entwickelt und gebaut. Das DLR vertritt Deutschland als Anteilseigner.

Quelle: ETW.

## Flügel des Forschungsairbus ATRA mit Sensorik



Zukünftige Flugzeugkonfigurationen und Hochauftriebshilfen sollen mit Hilfe der Messdaten weiter aerodynamisch verbessert werden.

Quelle: DLR (CC-BY 3.0).

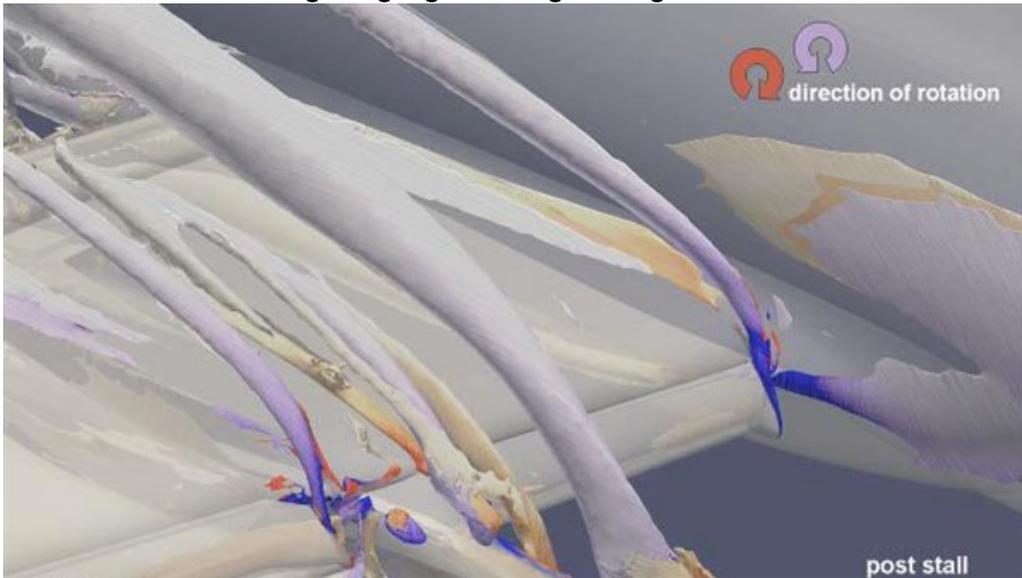
## Im Kontrollraum des ETW



Gemeinsame Forschung für langsamere Anflüge (v.l.n.r.): Detlev Schwetzler (Airbus), HINVA-Projektleiter Dr. Ralf Rudnik, Leiter des DLR-Instituts für Aerodynamik und Strömungstechnik Prof. Dr. Cord-Christian Rossow, DLR-Luftfahrtvorstand Prof. Rolf Henke und ETW-Leiter Dr. Guido Dietz.

Quelle: DLR (CC-BY 3.0).

## Simulation der Strömungsvorgänge im Langsamflug



Die Simulation des hochkomplexen Maximalauftriebs, der an die Grenzen des Fliegbaren reicht, ist noch immer eine große Herausforderung für heutige Computermodelle. Messungen bei Flug- und Windkanalversuchen im Projekt HINVA sollen die Modelle weiter verbessern.

Quelle: DLR (CC-BY 3.0).

## DLR-Forschungsflugzeug ATRA



Das größte Flottenmitglied, der Airbus A320-232 "D-ATRA", ist seit Ende 2008 für das DLR im Einsatz.

Quelle: DLR (CC-BY 3.0).

---

*Kontaktdaten für Bild- und Videoanfragen sowie Informationen zu den DLR-Nutzungsbedingungen finden Sie im Impressum der Website des DLR.*