



**PhD research position** Stelle für eine\*n wissenschaftliche\*n Mitarbeiter\*in

## “Aerostrukturelle Optimierung von Tragflügeln und aerodynamische Optimierung von Rumpfen für Wasserstoff-betriebene Transportflugzeuge“

Fakultät Maschinenbau  
Technische Univesitat Braunschweig

### Hintergrund

Derzeit findet in der Luftfahrt eine umfassende Umstellung auf einen nachhaltigeren, umweltfreundlicheren und effizienteren Luftverkehr statt, um die ehrgeizigen Ziele der International Air Transport Association (IATA) zu erreichen, die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Luftverkehrs bis 2050



um 50 % zu senken. Wasserstoff hat sich als vielversprechende Energiequelle herauskristallisiert und stellt eine langfristige Option als Kraftstoff für die Luftfahrt dar. Neben den rein technologischen Aspekten muss für eine ganzheitliche Bewertung auch die Integration von Wasserstoff in die gesamten Flugzeugentwurfsprozess für wasserstoffangetriebener Flugzeuge durchgeführt werden.

Die Entwicklung der erforderlichen Systeme zur Speicherung und Verteilung von Wasserstoff im Flugzeug ist ein notwendiger Schritt zur Realisierung derartiger Flugzeugkonfigurationen. Da flüssiger Wasserstoff (LH<sub>2</sub>) aufgrund seines hohen Volumens und Lagerungsdrucks sowie der erforderlichen Isolierung mehr nicht sinnvoll in den Tragflächen untergebracht werden kann, müssen neue Lösungen für die Integration von Flüssigwasserstofftanks in den Rumpf gefunden werden. Dies eröffnet neue Möglichkeiten in Bezug auf die Gestaltung von Flügel und Rumpf. Der bisher für den Treibstoff vorgesehene Platz im Flügel kann nun für die Neugestaltung und Optimierung der Flügelstruktur für Flügel mit hoher Streckung genutzt werden, die zusätzlich zur Verringerung des Luftwiderstands natürliche laminare Strömung (NLF) oder hybride laminare Strömungskontrolltechnologien (HLFC) enthalten sollen.

Die Form konventioneller Transportflugzeuge, die klassische Röhren-Flügel-Konfiguration, soll beibehalten werden. Bei LH<sub>2</sub>-Flugzeugen werden wahrscheinlich sowohl die Länge als auch der Durchmesser des Rumpfes zunehmen, um die LH<sub>2</sub>-Tanks unterzubringen. Der Rumpf kann bei vollturbulenten Flugzeugen im Reiseflug bis zu 50% des gesamten Profilwiderstands (parasitärer Widerstand) erzeugen. Es wird jedoch geschätzt, dass der Beitrag des turbulenten Rumpfes zum Profilwiderstand des Flugzeugs auf mehr als 70% ansteigt, wenn die laminaren Bereiche an den Flügeln und den Leitwerken deutlich ausgeweitet werden können.

### Erwarteter Forschungsschwerpunkt

Im Rahmen eines großen Forschungskonsortiums forscht die TU Braunschweig an der aero-strukturellen Auslegung von Wasserstoffflugzeugen. Die Hauptziele dieses Forschungsvorhabens sind:

1) die Entwicklung von Werkzeugen zur Optimierung des Flügelentwurfs unter aerodynamischen und strukturellen Aspekten. Auf der aerodynamischen Seite liegt der Schwerpunkt auf der Verringerung des Luftwiderstands, insbesondere durch die Aufrechterhaltung einer laminaren Strömung am Flügel unter Verwendung von Hybrid Laminar Flow Control (HLFC) oder Natural Laminar Flow (NLF) Ansätzen. Auf der strukturellen Seite werden verschiedene Aspekte für eine genauere Gewichtsvorhersage für hochflexible Flügel vertieft, wie z.B. die Bewertung geeigneter Entwürfe und die Einbeziehung von Sekundärstrukturen wie Steuerflächen in die Gewichtsbeurteilung auf der Grundlage physikalisch basierter Methoden. Schließlich sollen die Entwurfsansätze der beiden Einzeldisziplinen genutzt werden, um im Rahmen einer aerostrukturellen Optimierung neue Flügelentwürfe zu erstellen.

2) aerodynamische Optimierung der Röhren-Flügel-Konfiguration mit integriertem Wasserstofftank in Synergie mit widerstandsarmen Rumpfformen, die den Entwurfsrandbedingungen und -anforderungen genügen. Hierzu soll eine auf einem genetischen Algorithmus basierende Optimierung in Verbindung mit einem dreidimensionalen aerodynamischen Panel-Solver mit BL-Solver und einer Transitionsvorhersage unter Verwendung von Granville-Kriterien für den Rumpfwurf eines Wasserstoff-Mittel-/Langstreckenflugzeugs eingesetzt werden. Diese Aufgabe befasst sich mit dem konzeptionellen Design des Rumpfes für LH2-Flugzeuge. Der Rumpf weist eine Reihe von Merkmalen auf, die für die Klasse und den Einsatz der Flugzeugkonfiguration spezifisch sind.

### **Allgemeine Qualifikationen**

Bewerber\*innen müssen einen Master-Abschluss einer anerkannten Universität oder Hochschule im Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik, des Maschinenbau, der angewandten Physik oder verwandten Disziplinen bzw. verwandten Fachgebiet besitzen. Ferner werden sehr gute akademische Leistungen sowie einen fundierter Hintergrund in den MINT-Fächern Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik erwartet. Ferner ist eine selbstständige Arbeitsweise, Interesse an neuen Fragestellungen, eine intrinsische Motivation für unbekannte Themenfelder, wissenschaftliche Kreativität sowie ausgezeichnete Kommunikationsfähigkeiten in der englischen Sprache (schriftlich und mündlich) für sie Stelle von Bedeutung. Internationales Engagement und Teilnahme an wettbewerbsfähigen Forschungsprojekten sind von Vorteil.

### **Spezielle Qualifikationen**

Bewerber\*innen sollten vorweisen können:

- Erfahrung in der Durchführung numerischer Simulationen mit kommerziellen oder in-house Programmen.
- Solide Grundlagen in der Strömungsdynamik, insbesondere in der Analyse der Transition von laminaren zu turbulenten Strömungen und von Strömungsinstabilitäten.
- Solide Grundlagen in der Strukturanalyse, insbesondere in der Finite-Elemente-Methode, und im Entwurf für die Luft- und Raumfahrttechnik, am besten mit Verbundwerkstoffen.
- Hintergrundwissen in der numerischen Strömungsmechanik und der Finite-Elemente-Methode.
- Sehr gute Programmierkenntnisse in einer oder mehreren der Programmiersprachen (C, C++, Fortran, Python)
- Vertrautheit mit der Modellierung von Turbulenzen und Übergangsströmungen, Optimierungsmethoden sind von Vorteil



## Leistungen

Wir bieten hervorragende Arbeitsbedingungen in einem sehr internationalen und interdisziplinären Forschungsumfeld. Vergütung und Arbeitszeit richten sich nach den Förderrichtlinien der TU Braunschweig für Promovierende. Die Arbeitszeit ist Vollzeit, das Gehalt richtet sich nach E13 TV-L. Darüber hinaus bieten wir Möglichkeiten zur Work-Life-Balance sowie Angebote zur Gesundheitsförderung. Die Promotionsstelle ist auf drei Jahre befristet. Der voraussichtliche Eintrittstermin ist der 1. Januar, 2022.

## Über den Arbeitgeber

An der TU Braunschweig schätzen wir einen teamorientierten und kommunikativen Arbeitsstil. Die geschlechtliche Gleichstellung ist für uns ein wichtiger Aspekt. Die TU Braunschweig setzt sich für die Erhöhung des Frauenanteils in den MINT-Fächern ein und fordert daher Frauen ausdrücklich auf, sich zu bewerben. Bewerbungen von internationalen Masterstudierenden aller Nationen sind sehr willkommen.

## Bewerbungsablauf

Die einzureichenden Bewerbungen bestehen aus einem Anschreiben, in dem die Motivation der Bewerbung dargelegt wird, einem Vorschlag, wie methodisch und inhaltlich zum Projekt beigetragen werden kann (Länge ca. Maximal eine Seite), einen vollständigen Lebenslauf, den akademische Zeugnisse und ggf. Abschriften (Bachelor- und Masterabschlüsse) sowie weiterer stellenrelevanter Nachweise. Bitte senden Sie eine vollständige schriftliche Bewerbung in englischer Sprache als eine einzige PDF-Datei an:

**Dr. Camli Badrya:** TU Braunschweig, Institute für Strömungsmechanik  
Hermann-Blenk-Str. 37, 38108 Braunschweig, Germany  
Email: [c.badrya@tu-braunschweig.de](mailto:c.badrya@tu-braunschweig.de)

**Dr. Matthias Haupt:** TU Braunschweig, Institute für Flugzeugbau und Leichtbau  
Hermann-Blenk-Str. 35, 38108 Braunschweig, Germany  
Email: [m.haupt@tu-braunschweig.de](mailto:m.haupt@tu-braunschweig.de)

***Die Bewerbungsfrist endet am 30. September, frühere Bewerbungen sind willkommen.***