

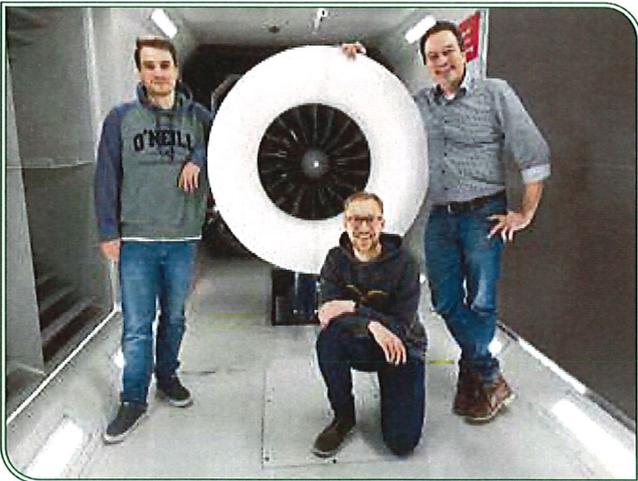


Ein Prüfstand im Prüfstand

Schaffung einer experimentellen Infrastruktur zur Untersuchung neuer Rotorkonzepte, Triebwerkseinläufe und deren Zusammenspiel am Forschungsflughafen Braunschweig

Der Wunsch nach effizienterem, emissionsärmerem Fliegen befördert in der zivilen Luftfahrt Triebwerke mit großem Sekundärluftstrom – dem sogenannten Bypass. Die konstruktive Folge dieses Trends sind Triebwerksgondeln bzw. Einlaufgeometrien mit vergrößertem Außendurchmesser gegenüber klassischen Strahltriebwerken. Grund dafür ist die erste Verdichterstufe, auch als Propulsor oder Fan bezeichnet, welche einen entsprechend großen Außendurchmesser bei gleichzeitig kleinem Nabendurchmesser benötigt. Der daraus folgenden Luftwiderstands- und Gewichtserhöhung durch die große Gondel begegnet man unter anderem mit der Verkürzung der Einlauflänge und somit der direkten Verringerung des Abstands zwischen Fan und Triebwerkseinlauf.

Die experimentelle Untersuchung des Einflusses kurzer Einläufe auf die Fanperformance und die Interaktion dieser Komponenten abseits des Auslegungspunktes erfordert eine komplexe Infrastruktur und den Einsatz einer Fülle von Messtechnik. Aus diesem Grund wurde am IFAS in den vergangenen 4 Jahren, im Rahmen eines EU-Infrastruktur-Projekts, ein Prüfstand entwickelt, der eine solche Untersuchung auf vielfältige Weise ermöglicht.



von links: Jonas Grubert, Patrick Brunow und Prof. Friedrichs vor dem fertigen Aufbau

Bereits seit einigen Jahren betreibt das „Institut für Flugantriebe und Strömungsmaschinen“ unter Leitung von Prof. Jens Friedrichs die sogenannte „Propulsor Test Facility“ (kurz PTF) am Forschungsflughafen Braunschweig. Hierbei handelt es sich um einen offenen Windkanal, welcher mittels eines weiteren, geschlossenen Windkanals verschiedene Windverhältnisse für den Prüfkörper bereitstellen kann. Diese geben Flugzustände wieder, die ein Spektrum vom Standfall, über Anstellwinkel (wie beim Flugzeugstart) bis hin zu reinem Seitenwind abbilden. Weiterhin wird der zu untersuchende Propulsor von einem

E-Motor angetrieben, um realistische Forschungsbedingungen zu erzeugen und den Rotor im Betrieb mit seitenwindbedingt inhomogener Anströmung zu beaufschlagen.

Der Windkanal wurde im Dezember 2022 nun mit der erfolgreichen Inbetriebnahme des sogenannten INFRa-Rigs (Integrated Nacelle Fan Rig Assembly) von Jonas Grubert und Patrick Brunow vervollständigt. Die Entwicklung erfolgte in enger Zusammenarbeit mit dem DLR und Rolls Royce Deutschland. Beim besagten Prüfstand handelt es sich um die hochinstrumentierte Nachbildung eines modernen Propulsors im Maßstab eins zu drei mit einem Fan-Durchmesser von 650mm. Das Rig bildet die reine Sekundärströmung ohne den heißen Kreislauf eines konventionellen UHBR-Triebwerks ab und wird zum Betrieb an den Antriebsstrang des PTF gekoppelt.



INFRa-Rig im Windkanal während der Installation

Neben klassischer stationärer und instationärer Druckmesstechnik, vor allem im Bereich des Einlaufs, verfügt der Prüfstand über eine Telemetrie, um Messwerte aus dem rotierenden instationären System zu transferieren. In diesem Fall vor allem die Daten von Dehnungsmessstreifen auf den Schaufeln, zur Analyse von Schwingungen im Betrieb. Außerdem werden die Bewegung und die Spaltmaße der Rotorblätter mittels „Blade Tip Timing“ und „Blade Tip Clearance“ überwacht. Einzigartig in diesem Kontext ist außerdem die Möglichkeit das gesamte Rotorkennfeld abzufahren, indem das Rig mit einer variablen Drossel ausgestattet wurde. Die instabilen Grenzbereiche des Kennfelds sind vor allem aus aeroelastischer Sicht von großem Interesse.

Derzeit erhält der neue Prüfstand noch einige Modifikationen, um dann im Mai 2023 für weitere Messkampagnen erneut im Windkanal aufgebaut zu werden. Dann wird auch die Auslegungsdrehzahl von etwa 8100 U/min angefahren, welche aus Sicherheitsgründen bei der Erstinbetriebnahme noch um 3% unterschritten wurde. Unter Vollast fördert das Rig Massenströme von über 60kg/s bei einer Motorleistung von 2MW.

Dipl.-Ing. Patrick Brunow

Weiterführende Links:

PTF, Poster:

- ✦ <https://www.tu-braunschweig.de/ifas/forschung/pruefstaende#c766299>
- ✦ https://www.tu-braunschweig.de/fileadmin/Redaktionsgruppen/Institute_Fakultaet_4/IFAS/Bilder_Pruefstaende/Stellwand-PTF-2018.pdf

INFRa:

- ✦ <https://www.tu-braunschweig.de/ifas/forschung/projekte/infra>