

PrISM

Propeller Ice Shed Measurement

Programm / Ausschreibung	TAKE OFF, TAKEOFF Ausschreibung 2020	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.01.2022	Projektende	31.12.2024
Zeitraum	2022 - 2024	Projektlaufzeit	36 Monate
Keywords	Propeller, Icing, Shed Impact		

Projektbeschreibung

Eisansatz an Propellern von Luftfahrzeugen führt zu großen Leistungseinbußen durch Verringerung des Schubs bei gleichzeitigem Anstieg des Drehmomentes sowie Geschwindigkeits- oder Höhenverlust. Als Gegenmaßnahme sind Propeller von Flugzeugen der Bauartzulassung CS-23 und CS-25 mit Enteisungssystemen ausgestattet. Aus historischen Gründen sind diese Systeme für den Betrieb in CS-25 Appendix C Vereisungsbedingung ausgelegt und decken üblicherweise nicht die gesamte Propellerfläche ab. Flugversuche in CS-25 Appendix O Bedingungen (Super-cooled Large Droplets) haben jedoch gezeigt, dass besonders unter dieser starken Vereisung auch ungeschützte Bereiche des Propellers betroffen sind. Windkanalversuche der FAA untermauern dies, obwohl hier die Appendix O Bedingungen nur annähernd erreicht werden konnten.

Im Vergleich zur stetig steigenden Zahl an Vereisungstests für kleine Propeller liegen experimentelle Vereisungsdaten für große Propeller nur sehr spärlich vor, da weltweit nur sehr wenige Vereisungswindkanäle zu Tests derer im Stande sind. Nun geben kleinskalierte Tests auch teilweisen Aufschluss über die Aerodynamik auf großen Propellern, was jedoch für Vereisung nicht gilt und großskalierte Tests unabdingbar macht. Für die Durchführung dieser Tests ist folglich die Schaffung einer Testeinrichtung mit repräsentativen Vereisungsbedingungen sowie Aerodynamik für groß-skalierte Propeller unbedingt notwendig.

Ein weiterer Aspekt der Propellervereisung ist das Abplatzen von angehafteter Eismasse, auch bezeichnet als „Ice-Shedding-Effekt“. Diese Eispartikel können beim Aufprall auf das Luftfahrzeug strukturellen Schaden verursachen. Die Bauartzulassungsvorschriften fordern daher eine zusätzliche Verstärkung der gefährdeten Bereiche. Die Mehrzahl der hier durchgeführten Tests beschränkt sich auf Laborversuche, in denen Masse, Aufprallgeschwindigkeit und Position bereits definiert sind. Information über die Positionen der Aufpralle sowie die potenzielle Energie ist aufgrund der wenigen Tests jedoch nicht vorhanden. Daher muss bei weitergehenden Versuchen im Vereisungswindkanal mit tatsächlichem Propeller Messvorrichtung zum Einsatz kommen, welche zum einen den Eisaufprall mit unterschiedlichen Winkeln und Geschwindigkeiten dokumentiert, sowie für die anspruchsvollen Umgebungsbedingungen geeignet ist.

Das vorgestellte Projekt soll zum einen die Testumgebung für groß-skalierte Propeller-Vereisungstests verbessern, sowie die

Vereisung und das Ice-Shedding dokumentieren. Die Tests werden in Appendix O Vereisungsbedingungen durchgeführt, welche weltweit einzigartig im Vereisungswindkanal von RTA erzeugt werden können. Durch Einbindung eines globalen Zulieferers für groß-skalierte Propellersysteme können die Tests im repräsentativen Zulassungsbereich für Großflugzeuge (CS-25) durchgeführt werden. Die Propellergeometrie wird im Zuge des Projektes frei öffentlich zugänglich.

Die Konzeptentwicklung und die ersten Tests, eines mit dem RTA Vereisungswindkanal kompatiblen Systems zur Messung des Eisaufpralls, fungieren hierbei als Katalysator für ein noch besseres Verständnis der Vereisungsphänomene auf Rotoren und ermöglichen dadurch auch die Entwicklung von noch effizienteren und leistungsfähigeren Enteisungssystemen.

Die Signifikanz des Forschungsvorhabens für die Flugsicherheit und Luftfahrt im Allgemeinen kommt durch das ausdrückliche Interesse durch die US-amerikanische Bundesluftfahrtverwaltung FAA sowie die europäische EASA zum Ausdruck. Die Aufstellung des Konsortiums garantiert weiters eine erfolgreiche Dissemination der Forschungsergebnisse auf internationalen Luft- und Raumfahrtmessen, wie die der SAE oder AIAA.

Abstract

Icing on aircraft propellers causes performance loss, both through a reduction in thrust and an increase in torque. In serious cases, this can lead to an inability to maintain altitude and/or airspeed. To counter this, propellers for commuter and large transport aircraft (CS-23 and CS-25 categories) include ice protection systems. Traditionally, systems were designed to operate in 'classical' icing conditions (CS-25 Appendix C), which includes mean droplet diameters up to 50 microns. The ice protection systems do not cover the entire blade surface. However, under severe icing, including the more recent Super-cooled Large Droplet definition within CS-25 Appendix O, flight observations have indicated that ice can accrete both further aft on the chord and further outboard along the span than the protected extent. Ground testing performed by the FAA in the United States confirmed this, albeit using conditions which only approximated Appendix O.

The number of ground test facilities which are capable of testing large-scale propellers is very limited globally. As such, whilst the amount of investigation into smaller propellers continues to grow, there is little data related to larger propellers. Although there is read-across between small and large propellers, icing is an area where scale is particularly important. There is, therefore, a strong need for a facility where testing can be performed in representative conditions (both blade aerodynamics and icing conditions) for large-scale propellers.

As well as overall aircraft performance, shed ice from propellers can lead to structural damage if it impacts the fuselage. Strengthening panels are often included on the fuselage to protect from shed ice. The certification requirement is that any part of the aircraft close to the propeller tips must be strong enough to withstand ice impact. However, the knowledge of the possible energy and location of the impact is lacking. The majority of ice impact studies employ highly controlled environments where the mass, velocity and impact location are already known. For propeller testing within a wind tunnel, the measurement system must be capable of withstanding the adverse environment as well as being able to deal with variable sizes of ice impacting at various speeds and angles.

The proposed project aims to significantly improve the capability to test large-scale propellers in icing conditions and, through data gathered during capability demonstration, knowledge on both ice accretion and shedding will be substantially increased. Testing will be performed under highly representative Appendix O icing conditions, in which RTA currently offers a

unique capability world-wide. Through inclusion of a major global supplier of propeller systems, the tested propeller (which will be open data) will operate with blade angles and velocity distribution representative of a CS-25 category system. Concept development and initial testing of an ice impact measurement system, compatible with the RTA facility, will open the door to future opportunities for even greater understanding of the icing risk, allowing more capable and efficient propeller ice protection designs to be developed and verified.

The FAA and EASA have expressed a strong interest in the proposal, indicating the importance of the subject to the aviation community. The partners are well-placed to disseminate the gained knowledge at global aerospace events such as SAE and AIAA conferences and key trade shows.

Projektkoordinator

- AeroTex GmbH

Projektpartner

- GE Aviation Systems Ltd.
- RTA Rail Tec Arsenal Fahrzeugversuchsanlage GmbH
- Österreichisches Institut für Vereisungswissenschaften in der Luftfahrt (AII)