

VertSLD

Sondierung zum Bau eines vertikalen Vereisungswindkanals für SLD-Simulation (abgekürzt)

Programm / Ausschreibung	TAKE OFF, TAKE OFF, TAKEOFF Ausschreibung 2017	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.10.2018	Projektende	31.12.2019
Zeitraum	2018 - 2019	Projektaufzeit	15 Monate
Keywords	Icing wind tunnel, supercooled large droplets		

Projektbeschreibung

Die Eisbildung an der Außenstruktur von Luftfahrzeugen (LFZ) während des Fluges ist ein Thema, das große Bedeutung für die Flugsicherheit besitzt. Der zentrale Mechanismus, der hinter dem Eisaufbau an der Oberfläche von LFZ steht, ist folgender: Das LFZ durchfliegt eine Wolke bei Lufttemperaturen unter 0°C, in der sich unterkühlte Wassertröpfchen befinden. Dass Wasser auch unterhalb von 0°C flüssig bleiben kann ist dann möglich, wenn Kristallisationskeime fehlen, die das Frieren auslösen. Diese Situation kommt in Wolken verhältnismäßig häufig vor, wobei die Tröpfchen meist sehr kleine Durchmesser bis hinauf zu ca. 50 µm besitzen. Treffen die unterkühlten Wassertröpfchen nun z.B. auf eine Flügelvorderkante des LFZ, dann gefrieren diese aufgrund des mechanischen Schocks beim Aufprall augenblicklich und es bildet sich eine immer dicker werdende Eisschicht. In Vereisungswindkanälen versucht man, diese Umgebungsbedingungen in Wolken künstlich nachzustellen, um dann entsprechende Vereisungstests an LFZ-Komponenten durchführen zu können. Die Schwierigkeit bei der experimentellen Simulation von Vereisungsbedingungen liegt darin, Lufttemperatur, Luftgeschwindigkeit, Flüssigwassergehalt der Luft und Tropfendurchmesserverteilung in engen Toleranzgrenzen kontrollieren zu können, um möglichst gleichmäßige und reproduzierbare Bedingungen im Messabschnitt des Vereisungskanals gewährleisten zu können.

Seit einigen Jahren rücken immer größere Tropfen bis hinauf zu 2-3 mm Durchmesser – sogenannte Supercooled Large Droplets (SLDs) – in das Zentrum des Interesses von Forschung, Industrie und Zulassungsbehörden. SLD-Bedingungen treten in der Natur deutlich seltener auf als Vereisungsbedingungen mit den oben erwähnten „kleinen“ unterkühlten Tröpfchen, sind aber – falls sie doch auftreten – für das LFZ besonders fatal, u.A. weil sich typischerweise in sehr kurzer Zeit sehr viel Eis an der LFZ-Oberfläche aufbaut. SLDs sind jedoch besonders schwer in Vereisungswindkanälen zu simulieren und es gibt bis dato kaum Anlagen (auch weltweit gesehen), in denen SLD-Tests durchgeführt werden können.

Im Sondierungsprojekt „VertSLD“ wird sowohl die physikalische Machbarkeit als auch die ökonomische Sinnhaftigkeit eines Vereisungswindkanal-Konzepts untersucht, mit dem viele Schwierigkeiten vermieden werden, die in „herkömmlichen“ Vereisungswindkanälen auftreten, sofern die Größe der Wassertropfen ein paar hundert Mikrometer überschreitet: Die „Flugstrecke“ der Tropfen, innerhalb derer diese unterkühlen, ist bei diesem neuen Konzept vertikal und nicht horizontal angeordnet. Zusätzlich zu der physikalischen Machbarkeit eines solchen „vertikalen“ Vereisungswindkanals sollen in dem Projekt auch die Kosten für dessen Bau und dessen wissenschaftliches/ökonomisches Potential abgeschätzt werden.

Abstract

Ice accumulation on the exterior structure of aircraft during flight has a high impact on flight safety. The main mechanism behind this type of aircraft icing (so-called inflight icing) is the impact and sudden freezing of supercooled water droplets on, e.g., the leading edge of a wing. Supercooled water droplets have typical diameters up to approximately 50 µm and occur in natural clouds when crystallisation germs triggering freezing of the droplets are missing. In icing wind tunnels these "natural" icing conditions are simulated in order to conduct tests of, e.g., ice protection systems. The main challenge when operating an icing wind tunnel is to control the environmental conditions (primarily determined by the air speed, the air temperature, the liquid water content of the air and the droplet diameter distribution) with high accuracy, and to guarantee a highest possible uniformity of these parameters inside the test section of the icing wind tunnel. In other words, the most important issue when simulating natural icing conditions in wind tunnels is to create and document reproducible environmental conditions during the icing experiments.

Since a couple of years aeronautical authorities, aviation industry as well as scientists focus more and more on larger droplets than the above-mentioned very small water droplets. These large droplets are termed Supercooled Large Droplets (SLDs) and include, e.g., freezing rain. SLDs also occur in natural clouds, albeit less frequently than the small supercooled droplets mentioned above. However, in case an aircraft is exposed to SLDs then these droplets pose a particularly high threat to flight safety. One reason is that typically the liquid water content is high up to very high in SLD-conditions which leads to high growth rates of ice on the aircraft's surface.

As a matter of fact it is much more difficult to simulate SLD-conditions in icing wind tunnels than smaller droplets. Moreover, current icing wind tunnels typically were designed for simulating small droplets and - even on a worldwide scale - there are, up to date, virtually no facilities capable of simulating and controlling SLD-conditions with acceptable tolerances of the environmental parameters.

In the current exploratory project "VertSLD" the goal is to study the concept of an icing wind tunnel avoiding many problems occurring in "conventional" icing wind tunnels when operating in the SLD regime. The new concept put forward in this project is based on a vertical section in the wind tunnel where the large droplets produced by the spraying system are allowed to attain subfreezing temperatures. In addition to the physical feasibility of this concept, economical aspects of building a vertical icing wind tunnel are considered in VertSLD.

Projektkoordinator

- FH JOANNEUM Gesellschaft mbH

Projektpartner

- RTA Rail Tec Arsenal Fahrzeugversuchsanlage GmbH