

Autonomes Enteissungssystem mittels resonanter Strukturanregung

Dipl.-Ing. Matthias Endres

Technische Universität Braunschweig | Institut für Adaptronik und Funktionsintegration

m.endres@tu-bs.de, Telefon: +49 (0) 531 391-2694

Überblick – Wirkprinzip

Enteisungssysteme in der Luftfahrt sind für die Gewährleistung der Flugsicherheit von entscheidender Bedeutung. Aufgrund des hohen Energieverbrauchs thermischer Systeme und der Verwendung von Leichtbaustrukturen mit geringerer Wärmeleitfähigkeit sowie geringerer thermischer Belastbarkeit im Vergleich zu metallischen Werkstoffen, werden am Institut für Adaptronik und Funktionsintegration elektro-mechanische Enteissungssysteme und dessen Wirkprinzipien erforscht.

- Wirkprinzip: Durch applizierte Aktoren wird die Struktur zu Schwingungen angeregt, siehe Abb. 1.
- Ziel: Anregung der Struktur in ihrer Resonanzfrequenz - Enteisierung
- Enteisierung: Erreichung kritischer Schub- bzw. Normalspannungen.

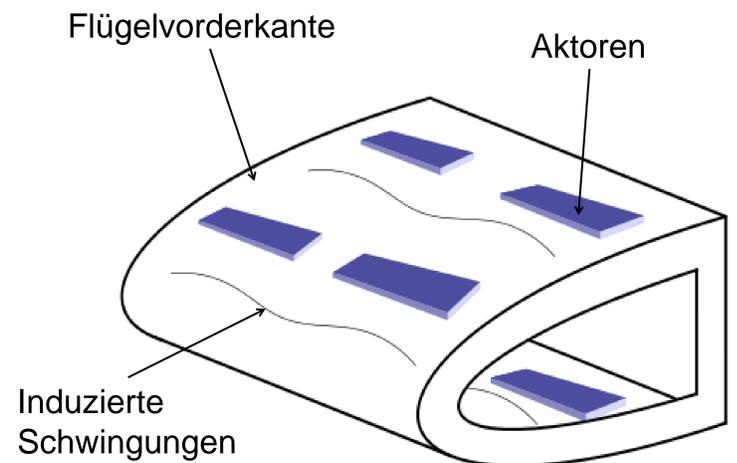


Abb. 1: Funktionsprinzip: Flügelvorderkante mit integriertem Enteissungssystem [1]

Enteisungsmechanismus

Innerhalb bestimmter Randbedingungen, wie bspw. einem Temperaturbereich, einer Mindest- bzw. Maximaleisdicke können Teilbereiche des vereisten Testprofils erfolgreich enteist werden, siehe Abb. 2 und 3.

Auf das Testprofil sind zehn piezokeramischen Flächenaktoren appliziert (Innenseite), die mit einem Gleitsinus angeregt werden. Somit wird bei einer festen Aktoransteuerungsverteilung sichergestellt, dass für einen Durchlauf immer mindestens eine Strukturresonanzfrequenz angeregt wird.

In den Versuchen können zwei Enteisungsmechanismen beobachtet werden, siehe Abb. 3:

- Delamination → Rissentstehung → Eisabplatzen (Abb. 3 links)
- Rissentstehung → Delamination → Eisabplatzen (Abb. 3 rechts)

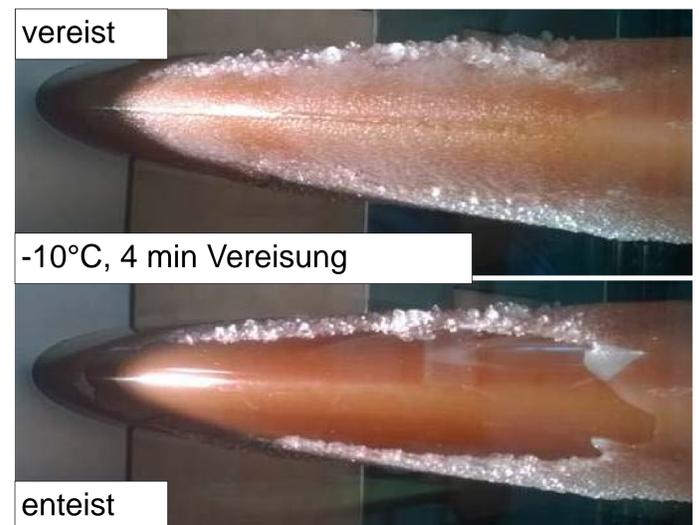


Abb. 2: Erfolgreicher Enteisierungstest einer vereisten GFK-Haut eines NACA0012-Profiles [1]

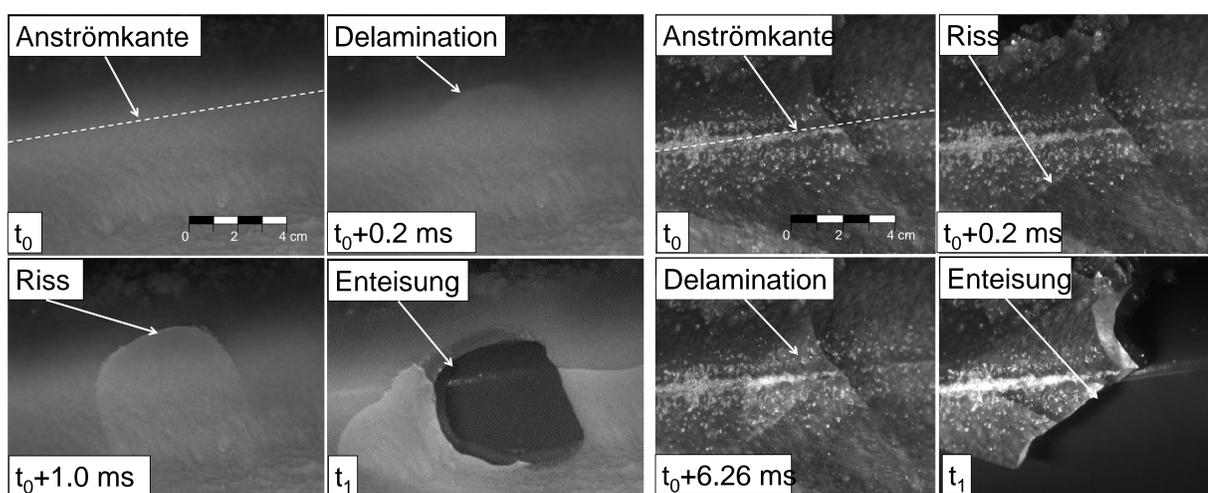


Abb. 3: Enteisungsmechanismus an einer vereisten GFK-Haut eines NACA0012-Profiles bei -20 °C und 2 Minuten Vereisung (links) und bei -10 °C und 4 Minuten Vereisung (rechts) [1]

Regelung

Um die Effizienz der Strukturaktuierung zu verbessern, wird eine Regelung zur automatisierten Resonanzsuche implementiert. Mithilfe dieser soll trotz der veränderten Eigenschaften, durch bspw. Luftlasten, Eisansatz, Rissentstehung und Delaminationen im Eis, die Struktur in der angestrebten Eigenfrequenz angeregt werden.

[1] M. Endres u. a. »Experimental study of two electro-mechanical de-icing systems applied on a wing section tested in an icing wind tunnel«. In: CEAS Aeronautical Journal, 2017, S. 1–11. DOI: 10.1007 / s13272-017-0249-0