

LAUDENT

LAser Ultrasonic Drone ENabled Testing

Programm / Ausschreibung	TAKE OFF, TAKE OFF, TAKEOFF Ausschreibung 2020	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.10.2021	Projektende	31.12.2024
Zeitraum	2021 - 2024	Projektlaufzeit	39 Monate
Keywords	NDT, Laser Ultraschall, Drohne, Flugzeug, Service		

Projektbeschreibung

Im Flugverkehr steht heute eine Verringerung der CO₂-Produktion bei gleichzeitigem Aufrechterhalten höchster Sicherheitsansprüche an oberster Stelle. Dafür werden in der modernen Produktion für viele Teile des Flugzeuges (bis zu 80% Volumensanteil!) karbonfaserverstärkte Kunststoffe (CFK) verwendet, die bei gleichem Gewicht eine bis zu fünfmal höhere Zugfestigkeit und Steifigkeit wie Stahl aufweisen. Durch den speziellen Aufbau dieser Materialien, in dem Karbonfaserlagen in eine Kunststoffmatrix eingelegt sind, können allerdings z.B. Aufprall- und Blitzschäden nicht immer durch eine visuelle Inspektion erkannt werden. Ziel des Forschungsprojektes LAUDENT ist es deshalb, eine zerstörungsfreie Prüfmethode zu entwickeln, die im MRO (Maintenance, Repair, Overhaul) Bereich des Hangars (und später sogar außerhalb) verlässlich und schnell eine Aussage über relevante Beschädigungen und somit den Serviceeinsatz deutlich flexibler als bisher ermöglicht. Dafür wurde Laser-Ultraschall (LUS) als geeignetste Technologie identifiziert, da hohe Eindringtiefe und Auflösung bei gleichzeitig großflächigem Einsatz wichtig sind. Es handelt sich bei LUS um ein Verfahren, bei dem sowohl die Anregung als auch die Detektion der Ultraschallwellen per Laser erfolgen, was ein schnelles und berührungsloses Abscannen des Prüfobjekts erlaubt. Diese Technologie soll erstmals mit einer Drohne kombiniert werden, wodurch ein innovatives Testsystem mit neuen Fähigkeiten und maximaler Flexibilität entsteht. Dieses System wird aus einer Bodenstation bestehen, die über ein Kabel mit einem LUS-Messkopf verbunden ist, der an eine Drohne gekoppelt ist. Diese kabelgebundene Drohne kann so die in der Bodenstation erzeugte Laserstrahlung über Lichtwellenleiter zu den erforderlichen Testbereichen am Flugzeug bringen, weiters ist durch eine kontinuierliche Energieversorgung kein Akku für die Drohne erforderlich und eine störungsfreie Kommunikation über elektrische Kabel möglich. Die entwickelungstechnischen Herausforderungen sind allerdings enorm. Für ein bestehendes Laser-Ultraschallsystem muss ein leichter Messkopf mit Lichtwellenleiternbindung, Autofokus und Gimbal-Scanner entwickelt werden. Trotz aller stabilisierender Regelung der Drohne ist ein gewisses Taumeln, insbesondere bei Luftbewegungen, nicht zu vermeiden, was eine aufwändige Registrierungsmethode der tatsächlich von den Laserstrahlen getroffenen Messpositionen erfordert. Zur Entwicklung dieses LUS-Systems im Labor wird ein Drohnensimulator bestehend aus einem Roboter entwickelt, der mit entsprechend realistischen Bewegungen einer Drohne trainiert wird und diese dann nachstellt.

Ziel von LAUDENT ist es also, ein zerstörungsfreies Testsystem zur Detektion von Aufprall- und Blitzschäden, Delamination und Rissen im Inneren von modernen CFK-Strukturen zu entwickeln, das durch seine drohnenbasierte, autonome Flugfähigkeit flexibel und schnell im Servicebereich eines Flughafens einsetzbar ist. Dadurch entfällt die Notwendigkeit von

Gerüsten, Kletterern im Hangar, was etwa die Hälfte der Stehzeit ersparen und damit eine deutliche Kostenreduktion ermöglichen wird. Zur Durchführung dieses Forschungsprojektes wurden Partner mit höchster Kompetenz in den notwendigen Bereichen zusammengebracht. Die Research Center for Non Destructive Testing GmbH hat langjährige Expertise im Bereich Laser-Ultraschall und optische Systeme, FACC Operations GmbH ist weltweit führender Anbieter von CFK-Komponenten für die Luft- und Raumfahrt, die FH Joanneum GmbH mit dem Institut für Luftfahrt und die AIRlabs Austria GmbH haben hohe Kompetenzen bei unbemannten Luftfahrtsystemen. Weiters ist die Flughafen Wien AG mit an Bord um die Sicherheit und Einsatzfähigkeit des geplanten Testsystems in Flughafenumgebung sicherzustellen.

Abstract

In aviation today, the top priority is to reduce CO₂ production while maintaining the highest safety standards. To this end, modern production uses carbon fiber reinforced plastics (CFRP) for many parts of the aircraft (up to 80% by volume!), which have up to five times the tensile strength and stiffness of steel for the same weight. However, due to the special structure of these materials, in which carbon fiber layers are inserted into a plastic matrix, impact and lightning damage, for example, cannot always be detected by visual inspection. The aim of the LAUDENT research project is therefore to develop a non-destructive inspection method that can reliably and quickly provide information on relevant damage in the MRO (maintenance, repair, overhaul) area of the hangar (and later even outside it), thus making service operations much more flexible than before. Laser ultrasound (LUS) was identified as the most suitable technology for this purpose, since high penetration depth and resolution are important, while at the same time covering a large area. LUS is a method in which both excitation and detection of the ultrasonic waves are performed by laser, which allows fast and non-contact scanning of the test object. This technology will be combined with a drone for the first time, creating an innovative test system with new capabilities and maximum flexibility. This system will consist of a ground station connected via a cable to an LUS measurement head coupled to a drone. This cable-connected drone can thus bring the laser radiation generated in the ground station to the required test areas on the aircraft via fiber optics; furthermore, a continuous power supply means that no battery is required for the drone and interference-free communication is possible via electrical cables. However, the development challenges are enormous. For an existing laser ultrasound system, a lightweight measuring head with fiber optic connection, autofocus and gimbal scanner must be developed. Despite all the stabilizing control of the drone, a certain amount of wobbling, especially in the case of air movements, cannot be avoided, which requires an elaborate registration method of the measurement positions actually hit by the laser beams. To develop this LUS system in the laboratory, a drone simulator is being developed consisting of a robot that is trained with appropriately realistic movements of a drone and then recreates them.

LAUDENT's goal is thus to develop a non-destructive test system for detecting impact and lightning damage, delamination and cracks inside modern CFRP structures, which can be deployed flexibly and quickly in the service area of an airport thanks to its drone-based autonomous flight capability. This will eliminate the need for scaffolding, climbers in the hangar, saving about half of the standing time and thus significantly reducing costs. Partners with the highest level of expertise in the necessary fields were brought together to carry out this research project. The Research Center for Non Destructive Testing GmbH has many years of expertise in the field of laser ultrasound and optical systems, FACC Operations GmbH is the world's leading supplier of CFRP components for the aerospace industry, FH Joanneum GmbH with its Institute of Aviation and AIRlabs Austria GmbH have a high level of expertise in unmanned aircraft systems. Furthermore, the Vienna International Airport AG is on board to ensure the safety and operational capability of the planned test system in an airport environment.

Projektkoordinator

- Research Center for Non Destructive Testing GmbH

Projektpartner

- FH JOANNEUM Gesellschaft mbH
- Flughafen Wien Aktiengesellschaft
- AIRlabs Austria GmbH
- FACC Operations GmbH