

KombiPhoton

Kombination photonischer Methoden zur Qualitätssicherung hochintegrierter Leichtbaukomponenten aus CFK

Programm / Ausschreibung	Produktion der Zukunft, 36. AS PdZ - Nationale Projekte 2020	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.05.2021	Projektende	31.10.2024
Zeitraum	2021 - 2024	Projektlaufzeit	42 Monate
Keywords	Laser-Ultraschall, Thermographie, CFK, Qualitätskontrolle, in-line, single-shot Produktion		

Projektbeschreibung

Die Vorteile von kohlefaserverstärkten Kunststoffen (CFK) werden in vielen Bereichen, insbesondere in der Luft- und Raumfahrtindustrie, geschätzt und sind Basis für die geforderte Treibstoffeinsparung. Im Vergleich zu Metallen ist eine Gewichtsreduktion von 20-50% bei gleicher Stabilität möglich. Die Herstellung von CFK-Bauteilen findet lagenweise, meist manuell, statt (Layup-Prozess) und ist damit insbesondere für komplexe Leichtbaustrukturen sehr zeitintensiv, da viele Arbeitsschritte nötig sind. Deshalb wird intensiv an einem neuen Produktionsprozess gearbeitet, der eine integrale Fertigung (Single-Shot) von komplex-geformten Bauteilen ermöglicht. Zusätzlich sollen zur verbesserten Rezyklierbarkeit Thermoplasten statt der üblichen Duroplasten verwendet werden.

Vollständiges, zerstörungsfreies Testen dieser neuen Bauteilgeometrien ist mit der verbreiteten Standardmethode, der Röntgen-Computertomografie, nicht mehr möglich. Testverfahren, die 100% der produzierten Teile abdecken, sind in der streng regulierten Luft- und Raumfahrt unbedingt nötig, um eine kommerzielle Verwendung der auf diese Weise hergestellten Produkte überhaupt zu ermöglichen. Weiters ist die integrale Fertigung von CFK (insbesondere mit rezyklierbarer Thermoplaste) noch nicht ausgereift, weshalb leistungsfähige Testmethoden zur Überprüfung der erreichten Prozessqualität dringend gesucht werden.

In diesem Projekt sollen zwei photonische Prüftechnologien mit unterschiedlichen Eigenschaften auf eine Weise kombiniert werden, dass einerseits die komplex-geformten Bauteilstrukturen vollständig geprüft werden können und zusätzlich die Identifikation von typischen Fehlstellen deutlich verbessert wird. Eine der beiden geplanten Prüftechnologien ist die aktive Infrarot-Thermographie. Hier wird nach einer thermischen Anregung mit einem Lichtblitz der Diffusionsprozess der sich ausbreitenden Wärme mit einer Infrarotkamera beobachtet, um daraus Inhomogenitäten zu rekonstruieren. Diese Methode hat sich im Flugzeugbau bereits bewährt und eine interne Zulassung von Boeing erhalten. Die Thermographie ist besonders zur schnellen Prüfung von ebenen Flächen geeignet und soll in KombiPhoton hinsichtlich der Anwendbarkeit auf konturierten Oberflächen erweitert werden. Dazu sind neue mehrdimensionale Rekonstruktionsalgorithmen auf Basis des Virtuellen-Wellen-Konzepts nötig, die die Oberflächengeometrie miteinbeziehen. Thermographie soll jetzt mit laserinduziertem Ultraschall kombiniert werden, wobei durch einen Laserpuls Ultraschall an der Oberfläche des Prüfobjekts generiert wird und die reflektierten Schallwellen interferometrisch wieder detektiert werden. Bauteile können so berührungslos abgescannt und Störstellen, die die Ultraschallausbreitung beeinflussen, detektiert werden. Am Markt verfügbare Laser-Ultraschallsysteme

sind relativ groß und die Messköpfe sind für die komplexen Leichtbaustrukturen ungeeignet, da es auch viele, relevante Prüfstellen in den Bauteilen gibt, weshalb eine drastische Miniaturisierung der Führung der hochenergetische Laserstrahlung in einem neuen Messkopf benötigt wird. Weiters soll zur Kostenreduktion ein neuartiger, faserbasierter Sagnac-Ansatz für die Ultraschalldetektion weiterentwickelt und im Messsystem angewandt werden. Schließlich werden noch Methoden entwickelt, um die Daten aus beiden Technologien gemeinsam auf Basis des Virtuellen-Wellen-Konzepts zu rekonstruieren und darzustellen.

Das neue innovative Messsystem mit den beiden, kombinierten Prüftechnologien soll anhand eines herausfordernden Anwendungsfalls, einem integral gefertigten Leichtbauteil, entwickelt und für relevante Fehlerfälle getestet werden.

Abstract

The advantages of carbon fibre reinforced plastics (CFRP) are appreciated in many areas, especially in the aerospace industry, and are the basis for the required fuel savings. Compared to metals, a weight reduction of 20-50% is possible with the same stability. The production of CFRP components takes place in layers, usually manually (layup process) and is therefore very time-consuming, especially for complex lightweight structures, as many work steps are required. For this reason, intensive work is being done on a new production process that enables integral production (single shot) of complex-shaped components. In addition, thermoplastics are to be used instead of the usual duroplastics to improve recyclability. Complete, non-destructive testing of these new component geometries is no longer possible with the widespread standard method, X-ray computed tomography. Test procedures that cover 100% of the parts produced are absolutely necessary in the strictly regulated aerospace industry in order to enable commercial use of the products manufactured in this way. Furthermore, the integral production of CFRP is not yet fully developed (particularly with thermoplastics), which is why efficient test methods to verify the achieved process quality are urgently sought.

In this project two photonic testing technologies with different properties are to be combined in a way that on the one hand the complex shaped component structures can be completely tested and on the other hand the identification of typical defects is significantly improved. One of the two planned inspection technologies is active infrared thermography. Here, after thermal excitation with a flash lamp, the diffusion process of the propagating heat is observed with an infrared camera in order to reconstruct inhomogeneities. This method has already proven itself in aircraft construction and has received internal approval from Boeing. Thermography is particularly suitable for the rapid inspection of flat surfaces and is to be extended in KombiPhoton with regard to its applicability on contoured surfaces. This requires new multidimensional reconstruction algorithms based on the virtual wave concept, which take the surface geometry into account. Thermography will now be combined with laser-induced ultrasound, whereby ultrasound is generated on the surface of the test object by a laser pulse and the reflected sound waves are detected again interferometrically. In this way, components can be scanned without contact and disturbances which influence the ultrasonic propagation can be detected. Laser ultrasonic systems available on the market are relatively large and the measuring heads are unsuitable for the complex lightweight structures, as there are also many relevant inspection points inside of the components, which is why drastic miniaturisation is required for guidance of the high-energy laser radiation in a new measuring head. Furthermore, a novel, fibre-based Sagnac-approach will be further developed and applied for the ultrasonic detection in the measuring system in order to reduce costs. Finally, methods will be developed to reconstruct and image the data from both technologies together on the basis of the virtual wave concept.

The new innovative measuring system with the two, combined testing technologies will be developed and tested on basis of a challenging use case, an integrally manufactured lightweight component with relevant defects.

Projektkoordinator

- Research Center for Non Destructive Testing GmbH

Projektpartner

- FACC Operations GmbH
- FH OÖ Forschungs & Entwicklungs GmbH