

## spaceXCT

X-ray Techniques for NDT and Damage Characterization of Space Materials and Components

<b>Programm / Ausschreibung</b>	ASAP, ASAP, ASAP 12. Ausschreibung (2015)	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.06.2016	<b>Projektende</b>	31.05.2017
<b>Zeitraum</b>	2016 - 2017	<b>Projektlaufzeit</b>	12 Monate
<b>Keywords</b>	space materials, X-ray computed tomography, grating interferometer, materials characterization, additive manufacturing		

### Projektbeschreibung

Eine der wichtigsten Herausforderungen, um die Akzeptanz moderner oder neuer Materialien zu beschleunigen, ist die systematische Etablierung von Testverfahren, einschließlich Verfahren der zerstörungsfreien Prüfung (ZfP). Moderne Materialien umfassen zum Beispiel Polymermatrix-Verbundmaterialien (polymer matrix composites, PMC), durch additive Fertigung (additive manufacturing, AM) hergestellte Bauteile und elektrische, elektronische und elektromechanische (EEE) Komponenten. Um das Potenzial moderner Fertigungstechniken für Weltraumanwendungen erschließen zu können, werden neue Ansätze, sowohl für die Herstellung als auch die ZfP benötigt, um so die Qualität und Zuverlässigkeit von Raumfahrt-Komponenten sicherzustellen. Moderne ZfP-Verfahren müssen in der Lage sein, interne Defekte im Bauteil in hoher Auflösung zu detektieren, um so eingeschlossene Poren und Risse quantitativ charakterisieren zu können. Leistungsfähige ZfP-Verfahren sollten für verschiedene Produkte und Herstellungsprozesse geeignet sein und gleichzeitig flexibel genug, um eine Bandbreite an verschiedenen Material-, Design- und Test-Standards im gesamten Lebenszyklus des Bauteils erfüllen zu können. Schlussendlich sollen so Produktionszeiten verringert, Kosten minimiert und das Bauteilgewicht reduziert werden. Im Zuge von spaceXCT werden die Partner FHW, CSEM, AAC und RUAG modernste Röntgenbildgebungs-Technologien (z.B. hochauflösende Röntgencomputertomographie (XCT) und Gitter-Interferometer XCT) einsetzen, um verschiedene Fragestellungen im Zusammenhang mit modernen Materialien in Raumfahrtanwendungen zu bearbeiten. Moderne Fertigungstechniken und neue Werkstoffe sind ein wesentlicher Bestandteil der europäischen Anstrengungen für eine strategische Unabhängigkeit. Sowohl AM-Bauteile und PMCs als auch EEE-Komponenten haben einen hohen Stellenwert in den ESA-Bemühungen zur Technologie-Harmonisierung [1]. Um die Nachteile von Standard-ZfP-Methoden zu überwinden, werden verschiedene AM-, PMC- und EEE-Komponenten mithilfe modernster Röntgenbildgebungs-Technologien auf interne Defekte untersucht, z.B. in Bezug auf mechanisch induzierte Rissausbreitung und -wachstum. Das Hauptziel dieses Projektes ist es, die dreidimensionale Defektstruktur sowie -ausbreitung in verschiedenen Materialien zerstörungsfrei zu charakterisieren, um neue ZfP-Protokolle zu etablieren. Die Ergebnisse werden in Form von detaillierten strukturellen Informationen über die Anzahl, Art und Ausbreitung der Schäden dargestellt, die die Auflösung vorhandener Standardverfahren übertreffen. Diese gewonnenen Erkenntnisse werden wichtige Informationen über das jeweilige Materialverhalten zur Verbesserung von aktuellen Designkonzepten und Herstellungsparametern liefern. Diese grundlegenden Anstrengungen sind für die Entwicklung und Etablierung von Qualifizierungs- und Zertifizierungsprotokolle

für moderne und neue Materialien von großer Bedeutung. Der übergreifende Ansatz von spaceXCT ergänzt europäische Weltraumaktivitäten und stärkt die Rolle Österreichs als kompetenter Partner im Bereich der Raumfahrt für moderne Fertigungs- und ZfP-Verfahren.

## **Abstract**

One of the main challenges to accelerate the acceptance and use of advanced materials (e.g. polymer matrix composites, additively manufactured parts & electrical, electronic and electro-mechanical components) in the European Space Agency (ESA), National Aeronautics and Space Administration (NASA), and commercial space applications is to establish a broadly accepted materials and process quality system, including adequate non-destructive testing (NDT) procedures. However, to profoundly exploit the advantages of advanced manufacturing for space applications, and to ensure highly reliable parts, new approaches to both manufacturing and non-destructive testing (NDT) are needed. NDT procedures must be able to track unique features such as small scale and deeply enclosed porosity, complex part geometry, and subtle internal features. Such NDT procedures have to be applicable to various products and processes while being flexible to fulfil materials, design, and test standards encountered throughout the components' life cycle. These are key preconditions to facilitate the potential of advanced materials, eventually leading to shorter production lead times, less waste, improved cost, maximized properties, and reduced weight.

In the course of spaceXCT (FHW, CSEM, AAC, RUAG) we will exploit innovations of advanced X-ray imaging technologies, e.g. high resolution X-ray computed tomography (XCT) and grating interferometer X-ray computed tomography (TLGI-XCT), addressing various problems concerning materials science and material processing in space applications. Advanced manufacturing and materials are a crucial part of European efforts for strategic non-dependence (ESA Cross-Cutting Initiatives). Both, additively manufactured (AM) parts and polymer matrix composites (PMC) (Technical domain 24: Materials & Processes) and electrical, electronic and electro-mechanical (EEE) components (Technical domain 23: EEE Components and Quality) have high priorities in the ESA technology harmonisation [1]. We introduce advanced X-ray technology overcoming disadvantages of standard methods ranging from the inspection of thermally induced crack propagation in polymer composites, void growth during load testing of additively manufactured titanium parts, and crack growth in solder joints of ball grid arrays on multilayer printed circuit boards.

The goal of this project is to non-destructively characterize the three-dimensional structure in relation to defect propagation during cyclic material testing in specific PMC, AM, and EEE components. Using advanced X-ray techniques, we will gather detailed information about the amount, type of damage, and propagation of damages that excel existing standard methods, e.g. by detection of sub-pixel micro-cracks. This information will improve the understanding of fatigue and crack growth in advanced materials eventually influencing design concepts and production parameters for aerospace structures. These efforts are fundamental to establish XCT based qualification and certification protocols for PMC, AM, and EEE flight hardware. Finally, the cross-cutting approach of spaceXCT complements European space activities simultaneously strengthening Austria's role as a powerful competitor and competent partner in the space sector in relation to advanced manufacturing and NDT.

## **Projektkoordinator**

- FH OÖ Forschungs & Entwicklungs GmbH

## **Projektpartner**

- CSEM Centre Suisse d'Electronique et de Microtechnique SA

- Beyond Gravity Austria GmbH
- Aerospace & Advanced Composites GmbH