

Terahertz für die Raumfahrt

Unsere modernen Terahertz-Systeme messen zerstörungsfrei und präzise Schicht für Schicht – selbst bei komplexen Strukturen wie Schäumen und deren Verklebungen – wodurch die Integrität der Materialien erhalten bleibt. Mit der eingesetzten Terahertz-Technologie arbeiten wir vollkommen berührungslos und zerstörungsfrei und verwenden keine schädliche Strahlung. In einem neuen Projekt unterstützen wir nun »MT Aerospace« beim Untersuchen des neuen Tanks für die Trägerrakete »Ariane 6«.



Das Luft- und Raumfahrtunternehmen »MT Aerospace« ist spezialisiert auf die Produktion von Leichtbaukonstruktionen, insbesondere aus Metall und Faserkompositen. Derzeit untersuchen sie für die ArianeGroup im Projekt »PHOEBUS« die potenzielle Weiterentwicklung der cryogenen Flüssigkeitstanks der »Ariane 6«. Diese neueste europäische Träger Rakete verwendet bisher klassische, metallische Tanks und befindet sich aktuell in den Endvorbereitungen zu ihrem ersten Start.

Ziel von »PHOEBUS« ist es nun, das Gesamtgewicht und die Kosten der Rakete durch eine Umstellung des Tankmaterials von Aluminium auf carbonfaserverstärkte Kunststoffe (CFK) zu reduzieren. In einem spezialisierten Verfahren werden Hartschaumplatten auf die CFK-Tanks geklebt, die zur mechanischen Dämpfung und thermischen Isolierung während des Fluges dienen. Dabei dürfen keine fehlerhaften Klebestellen und Lufteinschlüsse entstehen, da sonst die Stabilität der gesamten Struktur in Gefahr ist.

Zwischen Infrarot- und Mikrowellenstrahlung

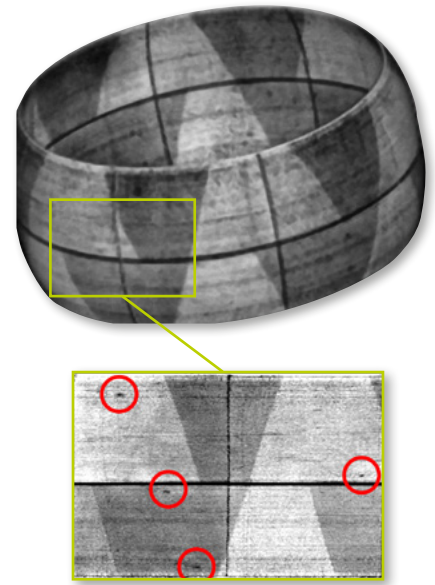
Terahertz bezeichnet den Bereich elektromagnetischer Strahlung zwischen Infrarot- und Mikrowellenstrahlung mit Frequenzen von etwa 0,1 bis 10 THz. Diese Strahlung ermöglicht eine zerstörungsfreie Durchdringung von Objekten, zum einen für Untersuchungen mittels 3D-Bildgebung und zum anderen für Materialcharakterisierungen.

Optimierte Materialverklebung durch Terahertz-Messungen

Hier kommen die Expertinnen und Experten unserer Abteilung »Materialcharakterisierung und -prüfung« ins Spiel. Mit ihrer Terahertz-Technologie untersuchen sie komplexe Bauteile auf interne, strukturelle Schäden oder Produktionsfehler. Denn ihre entwickelten Messtechniken sind ideal geeignet, um viele nicht elektrisch leitende Materialien zu durchleuchten – so auch die eingesetzten Schäume im Projekt »PHOEBUS«. Sobald unsere robotergesteuerten Terahertz-Scanner in die Produktionsanlage integriert sind, analysieren sie die Tankoberfläche samt aufgeklebtem Hartschaum vollflächig und decken Unregelmäßigkeiten in der Klebefläche auf.



© ArianeGroup



»Wir kontrollieren dabei mithilfe unseres Sensors die gesamte Schicht und betrachten das reflektierte Terahertz-Signal auf der CFK-Oberfläche«, erklärt Projektleiter Dr. Maris Bauer. »Die Grenzfläche zwischen den beiden Materialien erfassen wir hierdurch sehr detailliert. In den so erzeugten Terahertz-Bildern deuten Kontrastunterschiede auf fehlerhafte Verklebungen hin. Auf Basis dieser Erkenntnisse geben wir unserem Projektpartner präzise Informationen darüber, wie erfolgreich die Verklebung ist und welche Bereiche eventuell weiterer Aufmerksamkeit bedürfen.«

Zeile für Zeile zur Qualitätssicherung

Die Forschenden der Abteilung übernehmen hier nicht nur die eigentliche Messtechnik. Auch die Systemintegration zu einem vollständigen Prüfsystem entwickeln sie. Ein Roboter positioniert den Terahertz-Sensor während des Messvorgangs an einer einzelnen Stelle am Treibstofftank, während der Tank selbst auf einer Drehachse rotiert. So entsteht die Analyse genau einer Messzeile entlang der Oberfläche des mit Schaum beklebten Tanks. Nach dem vollständigen Durchleuchten einer Zeile bewegt der Roboter den Sensor anschließend um wenige Millimeter weiter, um dann die nächste Zeile zu erfassen. Es entsteht schließlich ein 3D-Bild der gesamten Struktur von

Schaum und Tank. Die Konstruktion wird so systematisch, Schicht für Schicht und millimeterweise, über einen Zeitraum von mehreren Stunden hinweg analysiert. Dabei ist die Rotationsgeschwindigkeit des Tanks die entscheidende Größe, die die Gesamtmesszeit eines vollständigen Tanks definiert. Derzeit liegt diese noch bei einigen Stunden. Eine verbesserte Mechanik ist jedoch in Planung, um die Aufnahmezeit der Terahertz-Messungen deutlich zu reduzieren.

»Da es sich bei den Raketentanks um wenige Einzelstücke handelt, ist die Messzeit aber nicht der einzige entscheidende Faktor. Bei diesen äußerst sicherheitsrelevanten Konstruktionen kommt es vielmehr auf die präzise und vor allem lückenlose Begutachtung der Verklebungsfächen an. Hier unterscheiden wir uns von anderen, punktuell durchgeführten Prüftechniken, wie beispielsweise manueller Ultraschallprüfung. Unsere Methode ermöglicht es uns, Probleme in der Fertigung rechtzeitig aufzudecken und bietet somit eine zuverlässige sowie garantierte Messtechnik«, beschreibt Bauer. »Durch diese gründliche Analyse stellen wir nicht nur die Qualität des Endprodukts selbst sicher, sondern identifizieren auch potenzielle Schwachstellen im Herstellungsprozess, wodurch frühzeitig Korrekturmaßnahmen eingeleitet werden können.«

*Links: Konzeptstudie einer potenziellen Oberstufe mit CFK-Flüssigtreibstofftanks
Rechts: Terahertz-Aufnahme der Verklebungsfäche von Schaumstoffummantelung und zylindrischem CFK-Tank*

Kontakt

Dr. Maris Bauer
Materialcharakterisierung
und -prüfung
Telefon +49 631 31600-4940
maris.bauer@itwm.fraunhofer.de

