

Wirbelstromprüfung an dreidimensionalen Leichtbaukomponenten – von der Idee zur Umsetzung

Martin H. SCHULZE *, Matthias POOCH *, Henning HEUER *

* Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme
Institutsteil Materialdiagnostik IKTS-MD, Dresden

Kurzfassung

Durch den vermehrten Einsatz von Kohlenstofffaserkompositbauteilen in der Automobil- und Luftfahrtindustrie und der Produktion mittels RTM – Verfahren (Resin Transfer Moulding) werden heutige Leichtbaukomponenten in hoher Stückzahl reproduzierbar und kostenoptimiert hergestellt.

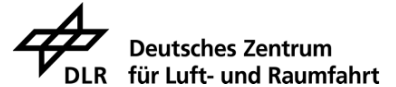
Die Entwicklung und der praktische Einsatz der Wirbelstromprüfung entlang der Wertschöpfungskette von Kohlefaserkompositbauteilen wurde seit dem Jahr 2008 am Fraunhofer Institut für zerstörungsfreie Prüfverfahren (Institutsteil Dresden) IZFP-D forciert und industriell eingesetzt. Dabei standen bisher die Sensor- sowie die Prüfsystementwicklung zur Prüfung von planaren Komponenten wie unverharzte Multiaxialgelege, Prepregs und CFK-Plattenmaterialien im Vordergrund.

Das Hochfrequenzwirbelstromprüfsystem EddyCus® wurde für den industriellen Einsatz in rauer kohlenstoffstaubhaltiger Umgebung zur Fertigungsüberwachung und zerstörungsfreier Prüfung von Delaminationen, Faseranhäufungen, Trockenstellen, Winkellagendetektion sowie Fremdmaterialeinschlüsse konzipiert. Kunden dieses Systems wünschten sich vermehrt eine Automatisierung und die erweiterte Prüfbarkeit von 3D-Strukturen.

Um diesen Ansprüchen gerecht zu werden wurde am IZFP-D eine Roboterzelle mit einem FANUC Arc Mate 120iC Roboter installiert. Mittels eines Lichtstreifensensors COMET L3D werden unbekannte Bauteilgeometrien digitalisiert. Anschließend werden die Scanbahnen im Raum mittels einer Bahnplanungssoftware generiert und eine obligatorische Kollisionsprüfung durchgeführt. Das EddyCus®-Hochfrequenzwirbelstromsystem wurde dahingehend erweitert, dass eine zeitgetriggerte Datenaufnahme mit anschließender Koordinatenrückrechnung möglich wurde. Die Einzelkomponenten sind bereits im Einzelnen erprobt. Im Poster wird der aktuelle Leistungsstand des Gesamtsystems präsentiert.

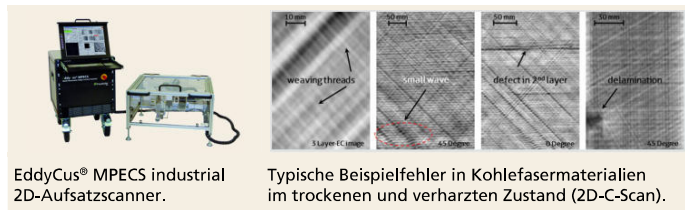
WIRBELSTROMPRÜFUNG AN DREIDIMENSIONALEN LEICHTBAUKOMPONENTEN

Martin Schulze, Matthias Pooch, Henning Heuer
 Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme, Institutsteil Materialdiagnostik IKTS-MD



MOTIVATION

Wirbelstrommessungen mit dem bereits am Markt etablierten und industriell eingesetzten System EddyCus® MPECS industrial haben gezeigt, dass Leitfähigkeitsänderungen in Kohlefaserverbundwerkstoffen dazu genutzt werden können, Produktionsfehler und Werkstoffanomalien frühzeitig in der Wertschöpfungskette zu entdecken.



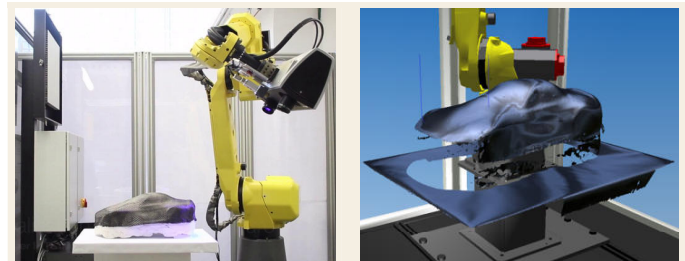
EddyCus® MPECS industrial 2D-Aufsatzscanner.

Typische Beispielfehler in Kohlefasermaterialien im trockenen und verharzten Zustand (2D-C-Scan).

Die prozessintegrierte Prüfung realer und komplexer CFK-Strukturen erfordert vollständig 3D-fähige Manipulatoren inklusive notwendiger Softwaremodule zur Scanbahnplanung, Bilddarstellung und Auswertung.

DIGITALISIERUNG – BAHNPLANUNG – MESSUNG

Unbekannte Prüflinge werden mit einer Streifenlichtkamera digitalisiert. Dazu wird eine Flächenrückführung aus mehreren Projektionsrichtungen durchgeführt. Hauptaugenmerk liegt in der Parametrierung der Beleuchtungsparameter für stark reflektierende Oberflächen wie CF-Gelege.



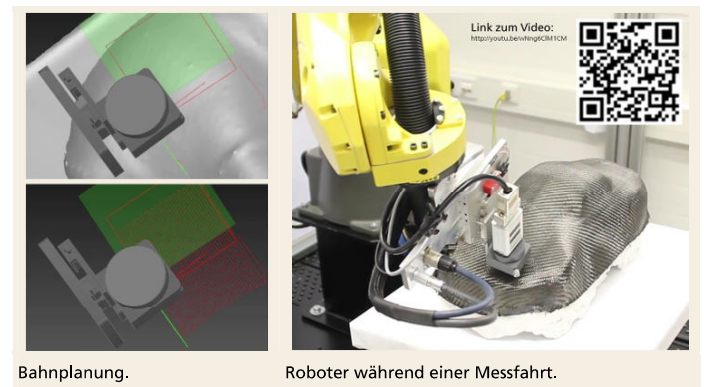
COMET L3D 2M-Streifenlichtkamera.

Digitalisiertes Bauteil im virtuellen Raum.

In der virtuellen Roboterumgebung wird ein Polygon über der Bauteiloberfläche aufgespannt und auf die dreidimensionale Geometrie projiziert. Dabei ist es möglich ein definiertes Einfedern der Sensorik zu parametrieren, um einen konstanten Lift-Off zu gewährleisten. Gleichzeitig kann dieser Höhenwert zur Verifizierung der Digitalisierung und zur Berechnung der Andruckkraft des Sensors genutzt werden.

Die Bahnplanung im Raum ist ein essentieller Bestandteil der Gesamtfunktionalität des universellen Messsystems. Dadurch ist es möglich, schnell und kundenorientiert Messungen unbekannter Prüflinge innerhalb einer Rüstzeit von ca. 45 Minuten zu realisieren.

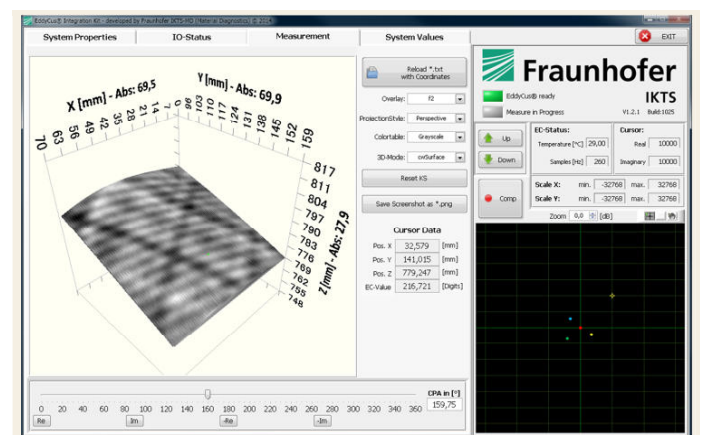
Die Messbahnen werden mit bis zu 500 mm/s orthogonal zur Oberfläche und mit bis zu 2500 Samples/s abgescannt.



Bahnplanung.

Roboter während einer Messfahrt.

SOFTWARE UND AUSWERTUNG



Steuerungs- und Auswertesoftware EddyCus® Integration Kit V1.2.1 mit 3D-Visualisierungsmodul. Dargestellt ist der 3D-C-Scan der Motorhaube des CF-Autos.

In der Steuerungs- und Auswertesoftware können Mehrfrequenzmessungen mit bis zu 4 Frequenzen parametrieren. Wahlweise kann die Kommunikation und Synchronisation zum Roboter über eine XML- oder eine 24V I/O-Schnittstelle aufgebaut werden. Die zeitgestempelten Wirbelstromrohdaten werden nach einer Messung mit den Echtzeitkoordinaten des Roboters zu einem finalen 3D-Wirbelstrom-C-Scan konsolidiert.

Die Algorithmenentwicklung zur Lagereparatur und Fehlerklassifikation im Raum sind aktueller Forschungsschwerpunkt. Das EddyCus® Integration Kit ist bereits bei mehreren Kunden (z. B. DLR – Zentrum für Leichtbauproduktionstechnologie) im Einsatz und wird dort im Feld getestet.