

RoboCT – Vergleich unterschiedlicher Aufnahmegeometrien für roboterbasierte Computertomographie an Faserverbundbauteilen aus Luft- und Raumfahrt

Sebastian KUDLA, Julian REISSER, Stefan NOTTROT, Wolfgang HOLUB
Fraunhofer-Entwicklungszentrum Röntgentechnik EZRT, Fürth

Kontakt E-Mail: wolfgang.holub@iis.fraunhofer.de

Kurzfassung

Computertomographie ist etabliert als Gold-Standard unter den ZfP Verfahren – insbesondere zur Prüfung von Faserverbundmaterialien. Üblicherweise ist CT jedoch auf Objekte von wenigen Dezimetern Durchmesser begrenzt.

RoboCT (roboterbasierte Computertomographie) konnte diese Begrenzung überwinden und so in den vergangenen Jahren in der Anwendung im Automobilbau und in Luft- und Raumfahrt mit ersten Produktivsystemen im Feld Fuß fassen. Hier stellen wir exemplarisch an einer CFK-Landeklappe verschiedene mit RoboCT realisierbare Abstrajektorien und deren resultierende CT-Bilder vor.

Typische Aerostrukturen sind heute oft lange semi-planare Objekte, die sich nicht mehr – wie in klassischer CT üblich – auf einem Drehteller positionieren und dort um 360° rotieren lassen. Mit RoboCT werden diese Objekte zugänglich um mittels Röntgendurchstrahlung und Computertomographie an beliebigen ROIs (regions-of-interest) untersucht zu werden. Abhängig von Bauteilgröße und Prüfaufgabe ist oft entweder eine volle Kreis-CT möglich – oder aber Laminographie mit eingeschränkter Tiefenauflösung der passende Kompromiss.

Am Abschnitt einer Landeklappe aus kohlefaserverstärktem Kunststoff (CFK) von etwa $800 \cdot 160 \cdot 1200 \text{ mm}^3$ Größe vergleichen wir horizontale und vertikale Kreis-CT sowie koplanare Laminographie.

Verpassen Sie nicht das zugehörige ZfP-Slam Video (hier klicken)

RoboCT

Vergleich unterschiedlicher Aufnahmegeometrien für roboterbasierte Computertomographie an Faserverbundbauteilen aus Luft- und Raumfahrt

Sebastian Kudla, Julian Reisser, Stefan Nottrott, Wolfgang Holub

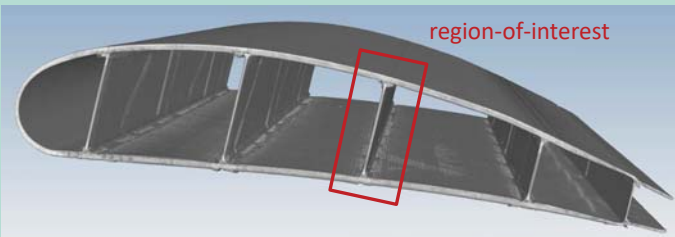
Fraunhofer-Entwicklungszentrum Röntgentechnik EZRT

roboct@iis.fraunhofer.de

KURZFASSUNG

Computertomographie ist etabliert als Gold-Standard unter den ZfP Verfahren – insbesondere zur Prüfung von Faserverbundmaterialien. Üblicherweise ist CT jedoch auf Objekte von wenigen Dezimetern Durchmesser begrenzt.

RoboCT (roboterbasierte Computertomographie) konnte diese Begrenzung überwinden und so in den vergangenen Jahren in der Anwendung im Automobilbau und in Luft- und Raumfahrt mit ersten Produktivsystemen im Feld Fuß fassen. Hier stellen wir exemplarisch an einer CFK-Landeklappe verschiedene mit RoboCT realisierbare Abtasttrajektorien und deren resultierende CT-Bilder vor.

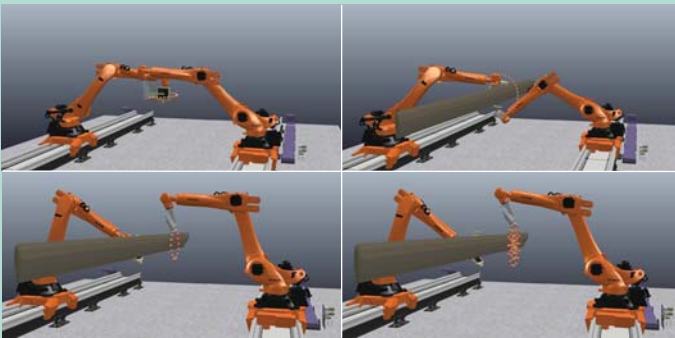


XXL- μ CT der Landeklappe, ROI am mittleren Steg

MOTIVATION

Typische Aerostrukturen sind heute oft lange semi-planare Objekte, die sich nicht mehr – wie in klassischer CT üblich – auf einem Drehteller positionieren und dort um 360° rotieren lassen. Mit RoboCT werden diese Objekte zugänglich um mittels Röntgendurchstrahlung und Computertomographie an beliebigen ROIs (regions-of-interest) untersucht zu werden. Abhängig von Bauteilgröße und Prüfaufgabe ist oft entweder eine volle Kreis-CT möglich – oder aber Laminographie mit eingeschränkter Tiefenauflösung der passende Kompromiss.

Am Abschnitt einer Landeklappe aus kohlefaserverstärktem Kunststoff (CFK) von etwa $800 \cdot 160 \cdot 1200 \text{ mm}^3$ Größe vergleichen wir horizontale und vertikale Kreis-CT sowie koplanare Laminographie.



CT Aufnahmetrajektorien: oben kreisförmig horizontal und vertikal unten koplanar laminographisch mit einem oder mehreren Kreisen

Dieser Prototyp einer Landeklappe in Integralbauweise ist schwer mit klassischer UT-Prüfung zu untersuchen, da die Klappe in einem Stück hergestellt wird und damit die inneren Stege zu keinem Zeitpunkt per Ultraschall zugänglich sind.

Am vorliegenden, nur gut 1 m langen Abschnitt haben aufwändige händische Versuche im Ultraschall Auffälligkeiten gezeigt, die nicht näher bestimmt werden konnten.

AUSSTATTUNG & METHODE

Die Versuche wurden durchgeführt an der RoboCT Versuchsanlage des EZRT in Fürth mit einem Varex XRD3025 Detektor (100 μm pixel pitch, 200 μm Csl) und einer Comet MXR-225MF Mesofocus Röntgenröhre betrieben bei 100 kV mit 1 mm Aluminium Vorfilter und 130 μm Brennfleck mit 130 W. Beide Kreis-CT bestehen aus jeweils 1001 Projektionen über 200° Teilwinkel. Für die Laminographie-Aufnahme wurden 128 Projektionen pro Kreis bei 10°, 20° und 30° Laminographie-Winkel erfasst.

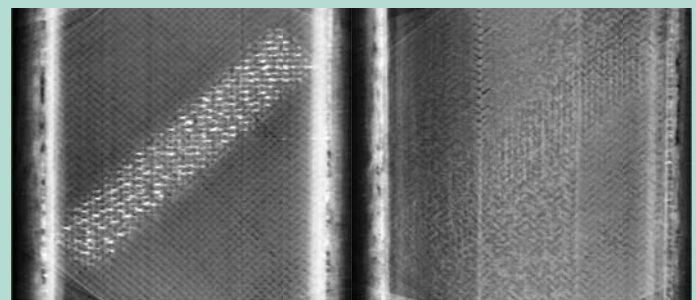
ERGEBNIS

Die CT-Aufnahmen aus horizontaler wie vertikaler Kreis-CT sind erwartungsgemäß nahezu identisch. Sie lassen Oberflächenverunreinigung am und Porosität im Steg wie auch fehlendes Matrixmaterial und Risse im Steg wie auch an der Außenhaut der Landeklappe erkennen.

Alle in der Kreis-CT detektierten Auffälligkeiten sind in der Laminographie klar zu erkennen – wenn auch mit reduzierter Tiefenauflösung wegen der eingeschränkten 3D-Information.



Schnittbilder durch ROI aus 200° Kreis-CT



Schnittbilder durch ROI aus koplanarer Laminographie