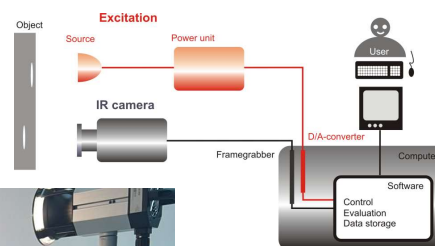


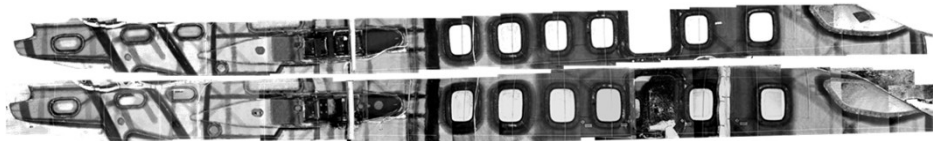
INDUSTRIELLE ANWENDUNGEN DER AKTIVEN THERMOGRAFIE

Thermografie-Anwenderkonferenz „Forschung & Entwicklung“



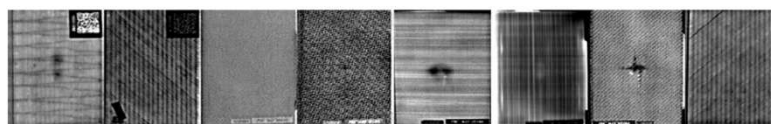
OTVIS

ANWENDUNG: PRÜFUNG VON CFK-RUMPF



OTVIS

AUTOMATISIERTE AUSWERTUNG

**Automatisierte Fehlererkennung mit AI (Neuronales Netzwerk)***Johannes Rittmann, Uni Stuttgart (Working Group Prof. Kreuzbruck)*

NOK OK OK NOK NOK NOK NOK OK



LTVIS / LTSCAN – LASERSCANTHERMOGRAPHY

LTVIS / LTSCAN KOMPONENTEN**IR Kamera**

- 640 x 480 - 1920 x 1536 Pixel
- Mikrobolometer oder Quantendetektor
- Frame rate 60 Hz - 1000 Hz

Laser

- 50 - 2000W cw
- 940 nm or 1070 nm
- Single mode oder multi mode
- Beam shaping mit DOE oder Galvoscanner

Mainframe

- edervis Signal Generator
- PC



LTVIS / LTSCAN / LTCAM – LASERTHERMOGRAPHY

WÄRMEFLUSSPRÜFUNG VS. RISSPRÜFUNG**Wärmefluss**

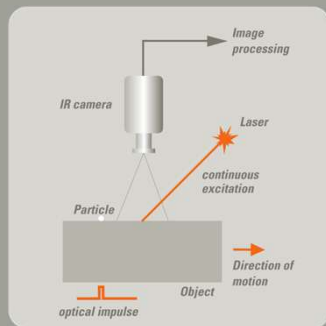
- Inspektion von Lötstellen, Laserstrahlschweißnähten, Klebeverbindungen usw.
- Lasererwärmung des Bereichs
- Keine Bewegung zwischen Kamera, Laser-Illumination und Probe
- Wärmefluss senkrecht zur Probe

Rissprüfung

- Inspektion von Stahl, Aluminium, Epoxid usw.
- Lasererwärmung von Punkt / Linie
- In der Regel Relativbewegung zwischen Probe und Laserbeleuchtung
- Lateraler Wärmefluss

LTVIS – LASERTHERMOGRAPHY

FUNKTIONSWEISE DER PRÜFUNG



Detektion von Partikeln / Beschichtung / Risse

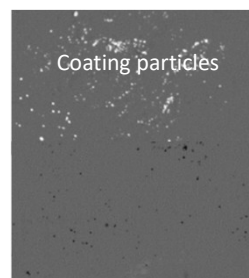
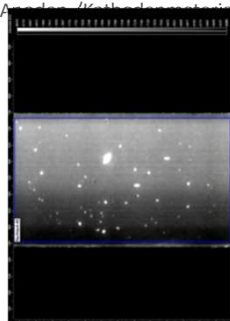
- Bewegte Probe (Lineartisch / Drehtisch)
- Stationäres Bildfeld der IR-Kamera
- Stationäre Laserlinie (erzeugt durch DOE)
- Abrollen des Bildes

LTVIS – LASERTHERMOGRAPHY

PARTIKEL DETEKTION IN BEWEGTEM MATERIAL



- ▶ Faserlaser mit Linienoptik (beugendes optisches Element), Laserlinie 10mm lang, Breite $<100\mu\text{m}$
- ▶ Vollautomatisches Prüfsystem zur Partikeldetektion inkl. Berichterstellung
- ▶ Elektrodengeschwindigkeit max. 1,5m/min
- ▶ Zuverlässige Detektion von $15\mu\text{m}$ Beschichtungspartikeln und $25\mu\text{m}$ Metallpartikeln
- ▶ Einfluss von Anoden-/Kathodenmaterial, Zellchemie etc.



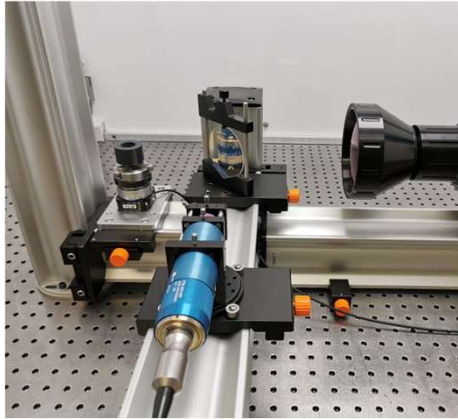
GEFÖRDERT VON
 Bundesministerium
 für Bildung
 und Forschung

ProLIZ



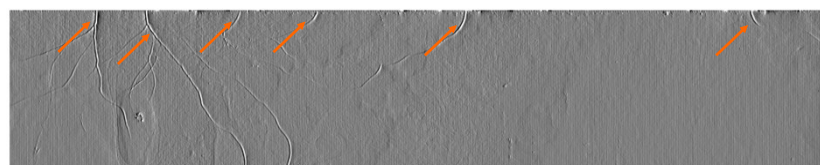
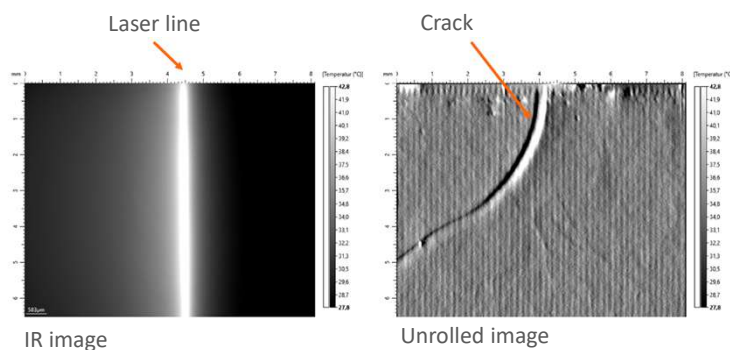
LTVIS – LASERTHERMOGRAPHY

RISSEKENNUNG IN BEWEGTER PROBE



LTVIS – LASERTHERMOGRAPHY

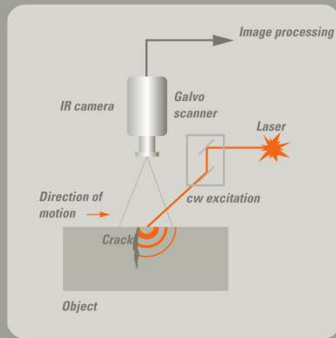
RISSEKENNUNG IN BEWEGTER PROBE



Cracks in Si3N4 cylinder

LTSCAN – LASERSCANTHERMOGRAPHY

FUNKTIONSWEISE DER PRÜFUNG



Risserkennung

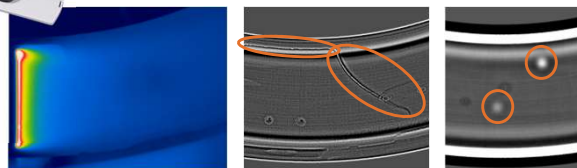
- Bewegte Probe
- Stationäres Bildfeld der IR-Kamera
- Stationäre Laserlinie (Linienenerzeugung durch Galvoscaner, da variable Linienlänge erforderlich war)
- Abrollen des Bildes

LTSCAN – LASERSCANTHERMOGRAPHY

RISSERKENNUNG IN BEWEGTER PROBE

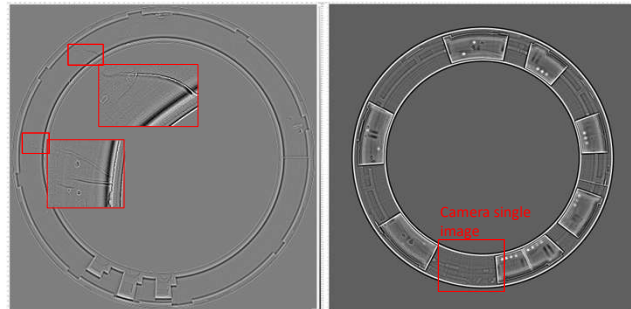


- ▶ Scannen eines 1,0-mm-Laserspots zur Erzeugung einer stationären Laserlinie mit variabler Länge
- ▶ Überwachung des Wärmeflusses mit IR-Kamera
- ▶ Automatisierte Inspektion und Bildverarbeitung
- ▶ Manuelle Probenhandhabung und Ergebnisauswertung
- ▶ Bildabrollung erzeugt mehrere Wärmebilder des kompletten Rings bei unterschiedlichen Abkühlzeiten
- ▶ Erkennung von Rissen/Debondings und Blasen
- ▶ Zweites System in einer anderen Anlage in Fertigstellung



LTSCAN – LASERSCANTHERMOGRAPHY

RISSEKENNUNG IN BEWEGTER PROBE

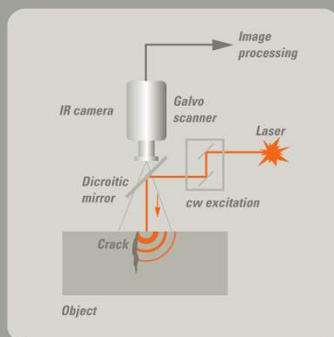


Risse

(Simulierte) Lufteinschlüsse

LTSCAN – LASERSCANTHERMOGRAPHY

FUNKTIONSWEISE DER PRÜFUNG

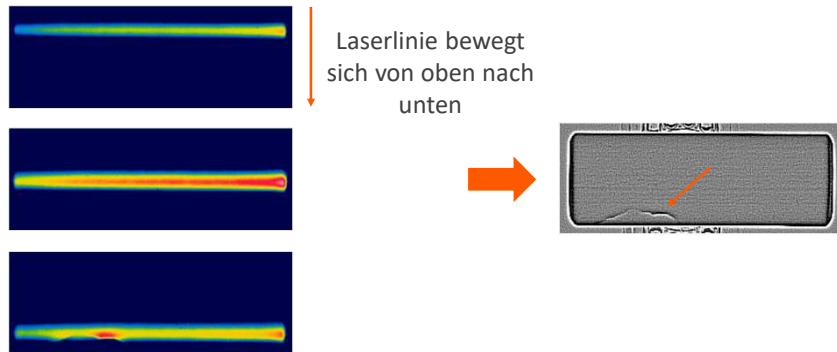


Risserkennung

- Stationäre Probe
- Stationäre IR-Kamera
- Laserpunkt, der sich über die Oberfläche bewegt (entweder als langsamer Punkt oder sehr schnell in einer Achse, um eine Linie zu erzeugen)
- Bildverarbeitung

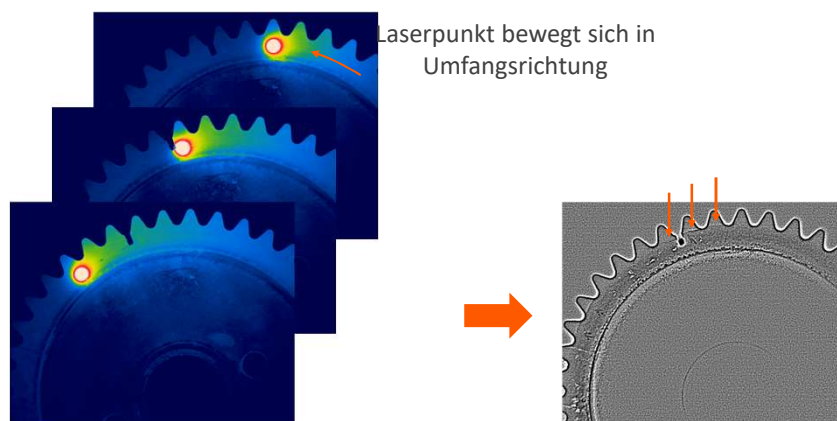
LTSCAN – LASERSCANTHERMOGRAPHY

RISSERKENNUNG IN STATIONÄRER PROBE



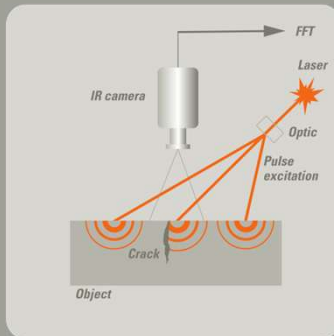
LTSCAN – LASERSCANTHERMOGRAPHY

RISSERKENNUNG IN STATIONÄRER PROBE



LTVIS – LASERTHERMOGRAPHY

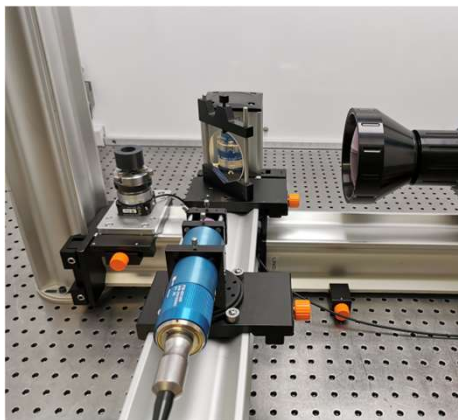
INSPECTION PRINCIPLE

*Risserkennung*

- Stationäre Probe
- Unbewegliche IR-Kamera
- Laserpunktmuster wird gleichzeitig auf die Probenoberfläche projiziert
- Bildverarbeitung

LTVIS – LASERTHERMOGRAPHY

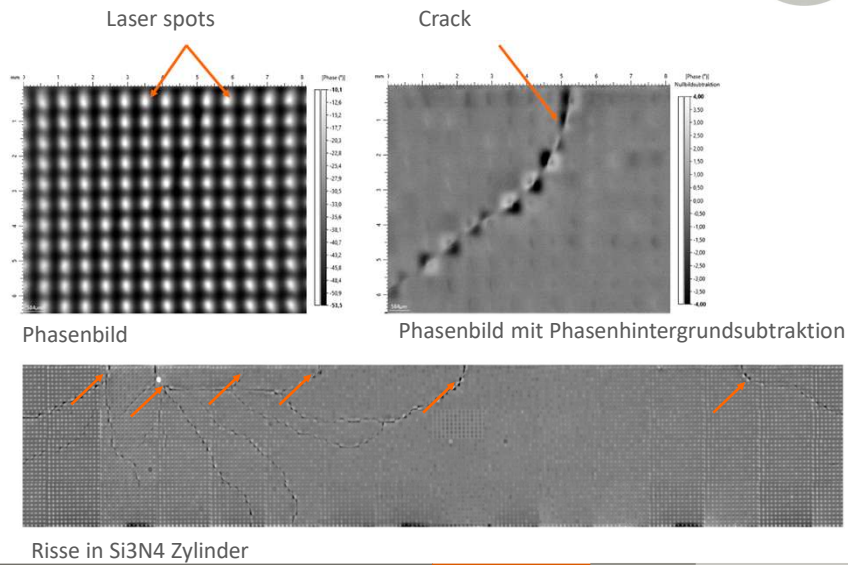
RISSERKENNUNG IN STATIONÄRER PROBE



Wenn die Probe größer ist als das Spotmuster, muss die Probe schrittweise zwischen mehreren Inspektionen verschoben werden.

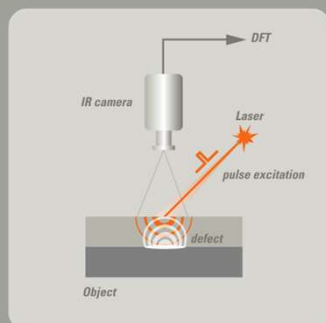
LTVIS – LASERTHERMOGRAPHY

RISSEKENNUNG IN STATIONÄRER PROBE



LTVIS – LASERTHERMOGRAPHY

INSPECTION PRINCIPLE



Erkennung von Debonding / False Friends

- Transmissions- oder Reflexionsmodus
- Kamera, Probe und Laser-Beleuchtung stationär
- Berührungslos
- schnell

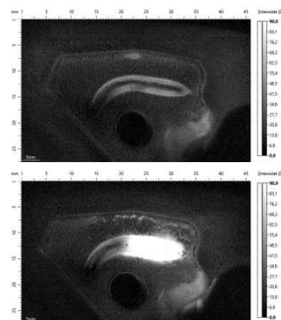
SETUP



HEAT FLOW THERMOGRAPHY

INSPEKTION DES LASERSTRAHLSCHWEIßENS

- ▶ 500W Faserlaser mit Tophat-Optik (diffraktives optisches Element), Laser-Beleuchtung ca. 45mm x 15mm bei 80mm Arbeitsabstand
- ▶ System mit 2 Robotern für Inspektionen im Reflexions- und Transmissionsmodus
- ▶ Vollautomatisches Inspektionssystem inkl. Berichtserstellung, manuelle Probenklemmung



HEAT FLOW THERMOGRAPHY

INSPEKTION DER FAHRZEUG-TRAKTIONSBATTERIE



- Prüfung der Hochgeschwindigkeitsschweißung
- Prüfung der Verbindung zwischen Batterieanode und Kathoden
- Zykluszeit < 1s pro Schweißnaht
- Bewertung der Anbindefläche der Naht

No photo available for real set-up due to confidentiality, sorry!



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!