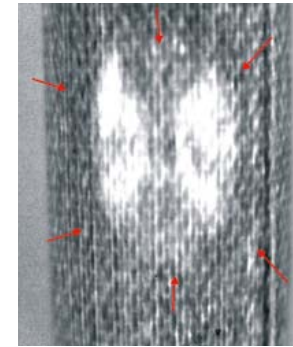




### Prüfung von Luftfahrtstrukturen

Viele moderne Luftfahrtstrukturen bestehen aus Faserverbundwerkstoffen. Während der Produktion und im Betrieb werden eine ganze Reihe zerstörungsfreier Prüfverfahren eingesetzt, um die Sicherheit der Bauteile zu gewährleisten. Eine effiziente Prüfmethode ist die aktive Thermografie, mit der sich große Bereiche schnell und berührungslos prüfen lassen. Die auftretenden Materialfehler sind dabei sehr vielfältig. Aufgrund ihrer Schichtstruktur treten völlig andere Defekte als bei Metallen auf: Delamina-

tionen/Ablösungen zwischen Schichten, Lufteinschlüsse (Porosität), Schlagschäden (Impacts). Impacts sind besonders kritisch, da diese von außen kaum erkennbar sind, im Innern aber starke Schädigungen vorhanden sein können. Optisch angeregte Thermografieverfahren können diese Fehler meist zuverlässig nachweisen und spielen daher bei der Untersuchung sicherheitsrelevanter Bauteile eine immer wichtigere Rolle.



Impact in einer CFK-Heckrotorwelle

### Vorteile

- bildgebendes Verfahren
- großflächiger Inspektionsbereich (im Quadratmeterbereich)
- berührungslos
- Messung komplexer Geometrien möglich
- tiefaufgelöste Messungen
- hohe Reproduzierbarkeit
- einfache Durchführung der Messungen
- automatisierbar

## PRÜFUNG VON CFK-KOMPONENTEN



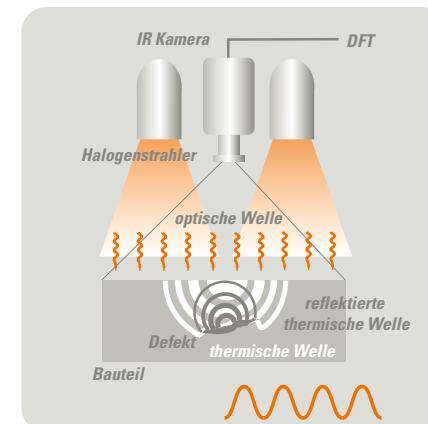
### Funktionsweise

Bei der Lockin-Thermografie wird die Oberfläche der zu untersuchenden Struktur mit Halogenlampen periodisch erwärmt. Eine Wärmebildkamera erfasst dabei berührungslos die Veränderungen der Oberflächentemperatur. Die aufgezeichneten Temperaturverläufe werden pixelweise einer Fouriertransformation unterzogen und in Echtzeit ein Ergebnisbild berechnet. Die Zeitverschiebung (Phase) zwischen Wärmezufuhr und Temperatur hängt davon ab, wie schnell die Wärme ins Bauteilinnere abfließt. Das Ergebnisbild (Phasenbild), das diese Verzögerung in ihrer Ortsabhängigkeit farbcodiert darstellt, zeigt verborgene

Grenzflächen und thermische Strukturen. Die Tiefenreichweite wird durch die Modulationsfrequenz der berührungslosen optischen Wärmezufuhr bestimmt und ist daher in weiten Grenzen einstellbar. Ein praxisrelevanter Vorteil von Phasenbildern liegt darin, dass die optischen oder infraroten Oberflächenstrukturen des Prüfobjektes (Emissionskoeffizienten, inhomogene Temperaturverteilung) durch die Laufzeitauswertung unterdrückt werden und daher im Phasenbild fast ausschließlich die unter der Oberfläche liegenden Strukturen gezeigt werden.

### Auffindbare Fehler in CFK/GFK

- Delaminationen
- Impacts
- Porosität
- Anbindung metallischer Inserts
- Faservolumengehalt
- Charakterisierung von Preforms
- Charakterisierung von Klebverbindungen
- Wanddickenmessungen
- Untersuchung von Reparaturstellen
- Detektion von Wassereinschlüssen





Die großflächige Anregung des Bauteils erfolgt mit Halogenlampen, die keine speziellen Anforderungen an den Arbeitsschutz stellen. Das Verfahren arbeitet völlig kontaktfrei, Bauteilbeschädigungen sind daher ausgeschlossen. Da die Eindringtiefe direkt von der Modulationsfrequenz abhängt, ist tiefenaufgelöstes Messen möglich, wobei bei CFK die zu untersuchenden Objekte bis

in eine Tiefe von ca. 5 bis 6 mm charakterisiert werden können. Die benötigte Prüfzeit hängt von der Bauteildicke und der Temperaturleitfähigkeit des untersuchten Werkstoffs ab. Bei der CFK-Prüfung ist mit einer Messzeit zwischen 30 Sekunden und wenigen Minuten pro Quadratmeter zu rechnen.



**Homepage**  
[www.edervis.de](http://www.edervis.de)

**Adresse**  
edervis GmbH  
Handwerkstr. 55  
D-70565 Stuttgart

Tel.: 0711 9330 77-20  
Fax: 0711 9330 77-99  
E-Mail: [info@edervis.de](mailto:info@edervis.de)

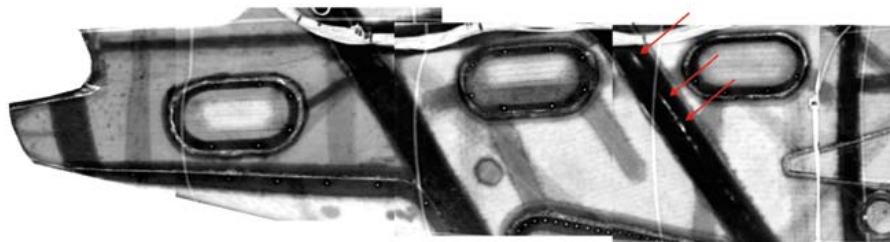
## PRÜFUNG VON CFK-KOMPONENTEN



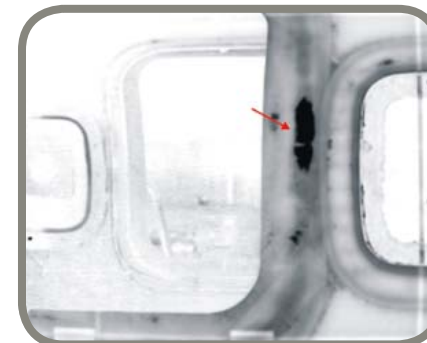
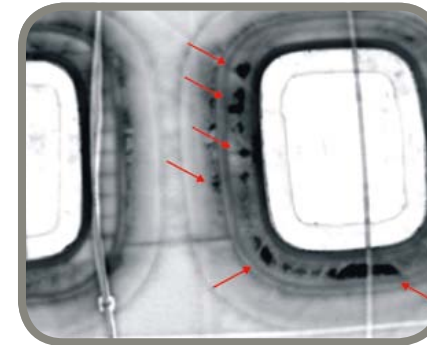
### Anwendungen

Alle sicherheitsrelevanten Flugzeugstrukturen müssen zerstörungsfrei geprüft werden, sowohl produktionsbegleitend als auch im Betrieb. Die auftretenden Materialfehler sind dabei sehr vielfältig und hängen stark vom verwendeten Werkstoff ab. Typische Applikationen im Bereich faserverstärkter Kunststoffe/Keramiken sind die Prüfung auf Ablösungen (Delamination), Schlagschäden (Impacts), Einschlüsse von Fremdmaterialien

(Wasser in Wabenstrukturen), Bestimmung von Porosität, Harz/Fasergehalten, Wanddicken, Faserorientierung und Inhomogenitäten. Ein wichtiger Anwendungsbereich ist außerdem die Prüfung von Klebeverbindungen, wozu insbesondere die Charakterisierung der Anbindung metallischer Inserts an das darüberliegende Laminat gehört.



Nachweis von Porosität mit optisch angeregter Lockin Thermografie in einer CFK-Flugzeugrumpfschale.



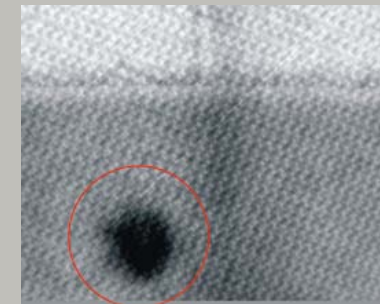
Nachweis von Porosität in einer CFK-Flugzeugrumpfschale im Bereich Fenster- (oben) und Türrahmen (unten)

### Vertrieb

[sales@edervis.de](mailto:sales@edervis.de)  
Tel.: 0711 9330 77-70

### Support

[support@edervis.de](mailto:support@edervis.de)  
Tel.: 0711 9330 77-77



Wassereinschluss in einer CFK-Sandwichstruktur