



Lufthansa Technik

More mobility for the world



**Anwendungen der Thermografieprüfung
in der Luftfahrt**

Agenda

Normen, Vorschriften

Grundlagen

Kontrolle auf Wassereinschlüsse im Höhenleitwerk (Elevator)

Kontrolle auf Fehler /Reparaturen im Seitenleitwerk (Rudder)

Kontrolle auf Ablösungen im Bereich Außenhaut

Zusammenfassung

Normen, Vorschriften

- **Standard Practices Manual (SPM)**
- **Non Destructive Testing Manual (NTM)**
- **Aircraft Maintenance Manual (AMM)**
- **Component Maintenance Manual (CMM)**
- **Service Bulletin (SB)**
- **Airworthiness Directive (AD)**
- **Overhaul Processes Manual (OPM)**
- **IQ- Move: 375572** Berechtigungen für Personal in der zerstörungsfreien Prüfung erwerben(NDT)
- **NDT Zulassungsvorschrift**
- **DIN EN 4179** Qualifikation und Zulassung des Personals für zerstörungsfreie Prüfungen

Agenda

Normen, Vorschriften

Grundlagen

Kontrolle auf Wassereinschlüsse im Höhenleitwerk (Elevator)

Kontrolle auf Fehler /Reparaturen im Seitenleitwerk

Kontrolle auf Ablösungen im Bereich Außenhaut

Zusammenfassung

Thermografieprüfung

- Grundlagen -

Prinzip:

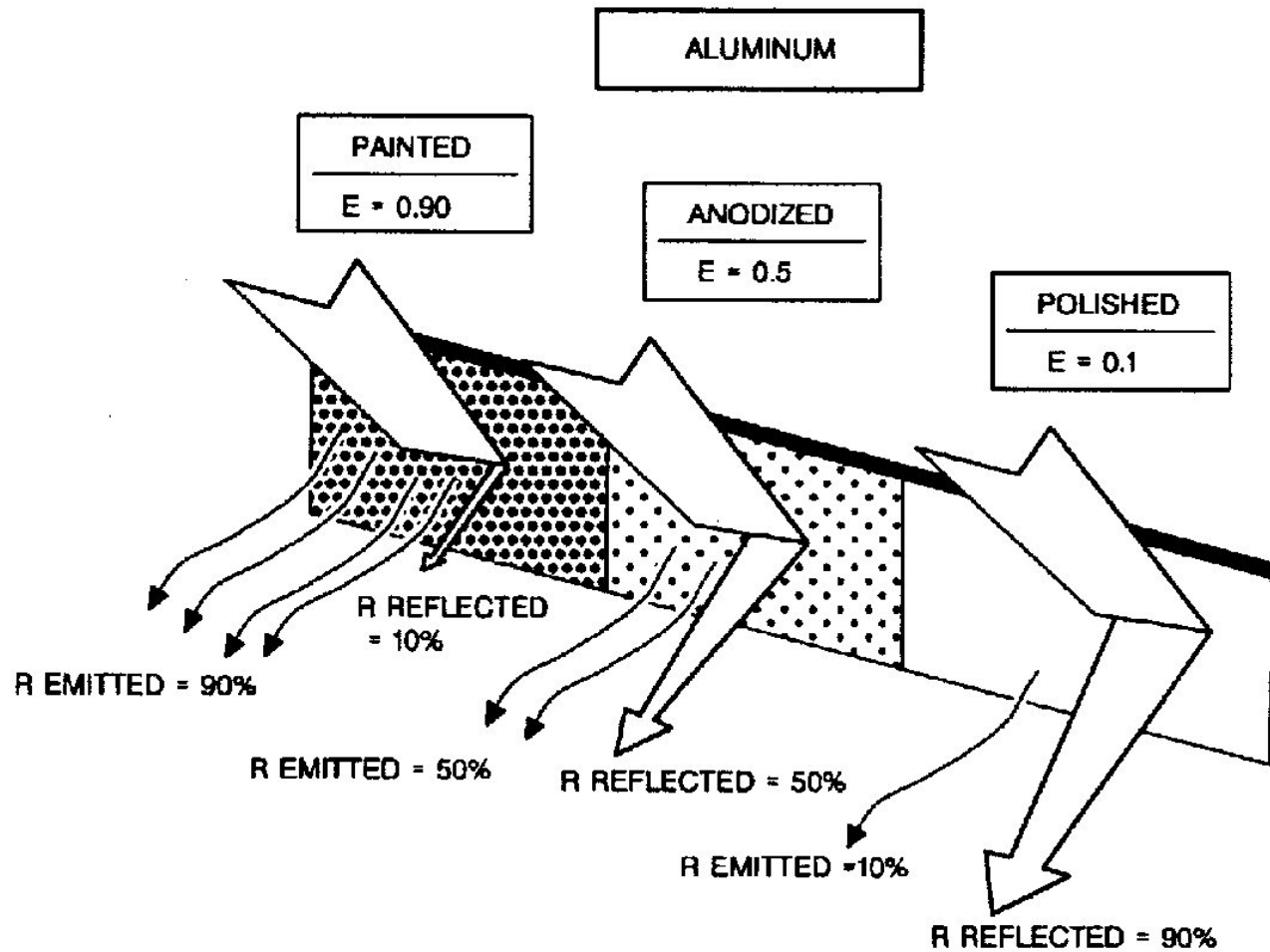
Die Thermographie zum Zweck der Zerstörungsfreien Werkstoffprüfung ist ein Verfahren, bei dem das thermische Gleichgewicht eines Prüflings gezielt durch einen erzeugten Wärmefluss gestört wird. Fehler, Geometrieabweichungen oder Inhomogenitäten verändern den Wärmefluß und damit die Temperaturverteilung auf der Bauteiloberfläche, die wiederum mit einer Thermografiekamera aufgezeichnet werden kann.

Grundlagen:

- Jeder Körper mit einer Temperatur oberhalb des absoluten Nullpunktes ($-273,15^{\circ}\text{C} = 0\text{ K}$) sendet infrarote Strahlung aus
- Die Strahlung ist für das menschliche Auge nicht sichtbar
- Eine Wärmebildkamera misst die in ihrem Sichtfeld empfangene IR-Strahlung und berechnet daraus die Temperatur
- Die Messungen erfolgen passiv und berührungslos
- Es werden nur Oberflächentemperaturen und Temperaturverteilungen gemessen (kein Hinein- oder Hindurchschauen!)

Thermografieprüfung

- Grundlagen -



Agenda

Normen, Vorschriften

Grundlagen

Kontrolle auf Wassereinschlüsse im Höhenleitwerk (Elevator)

Kontrolle auf Fehler /Reparaturen im Seitenleitwerk (Rudder)

Kontrolle auf Ablösungen im Bereich Außenhaut

Zusammenfassung

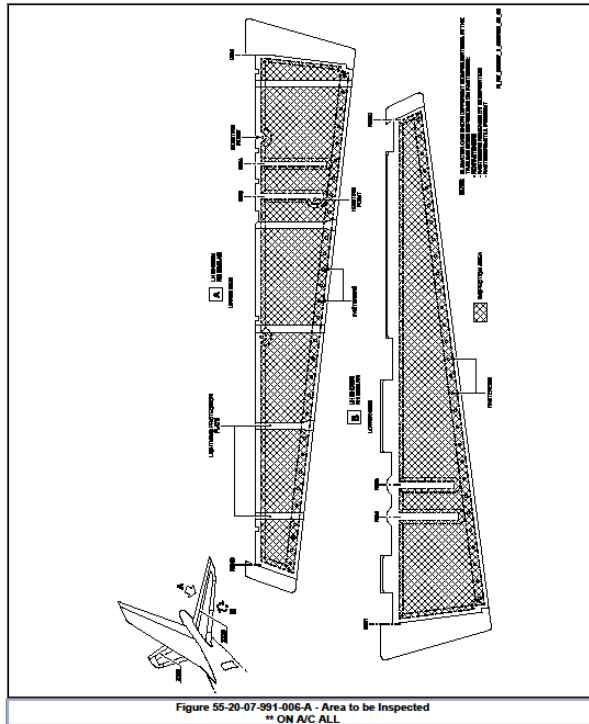
Prüfung des Höhenleitwerks (Elevator) auf Wassereinschlüsse in der Wabenstruktur



Customer : ENV
 Type : A318/A319/A320/A321
 Rev. Date : August 1, 2013

Manual: NTM_SA
 Selected effectivity: ALL

Figure 55-20-07-991-006-A - Area to be Inspected



Customer : ENV
 Type : A318/A319/A320/A321
 Rev. Date : August 1, 2013

Manual: NTM_SA
 Selected effectivity: ALL

Figure 55-20-07-991-015-A - Example of Thermographic Indications in zones with different discontinuities such ...

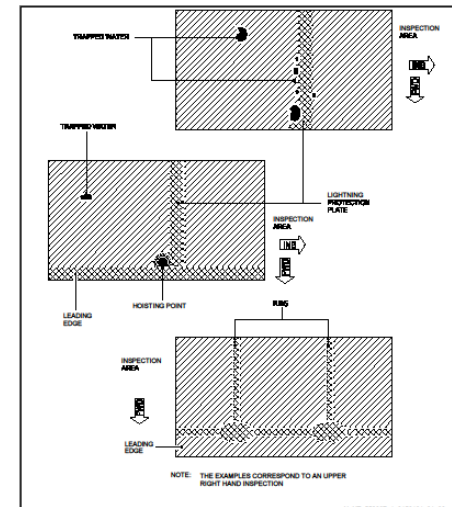


Figure 55-20-07-991-015-A - Example of Thermographic Indications in zones with different discontinuities such ...

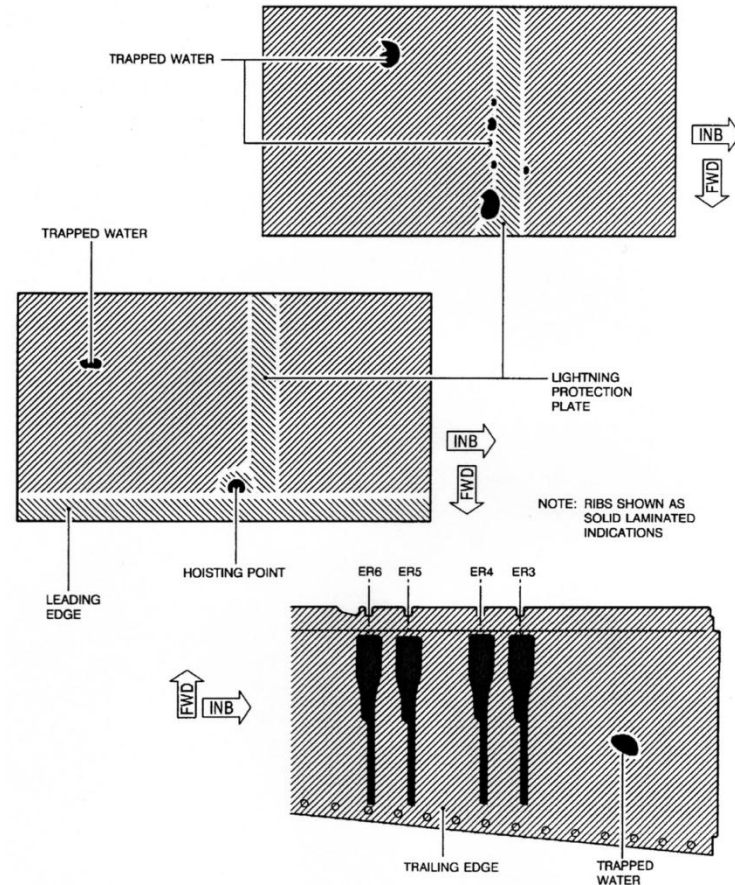
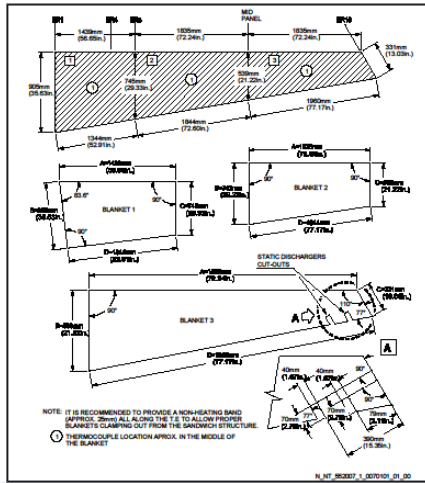
Prüfung des Höhenleitwerks (Elevator) auf Wassereinschlüsse in der Wabenstruktur



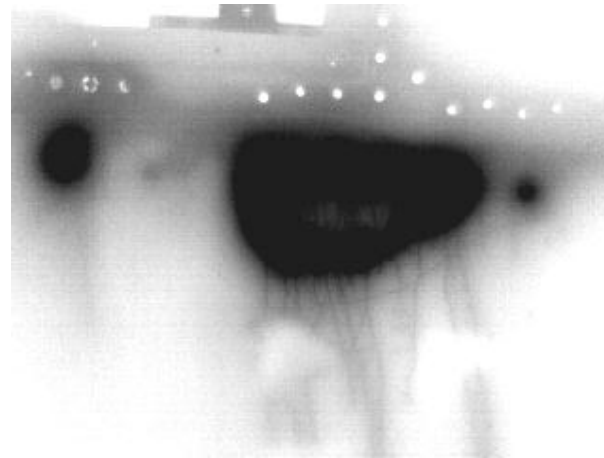
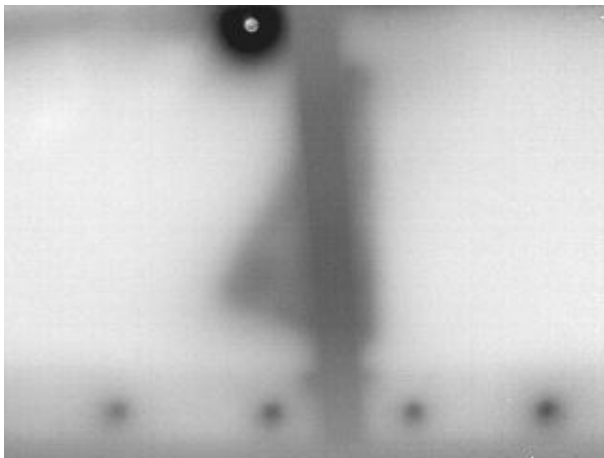
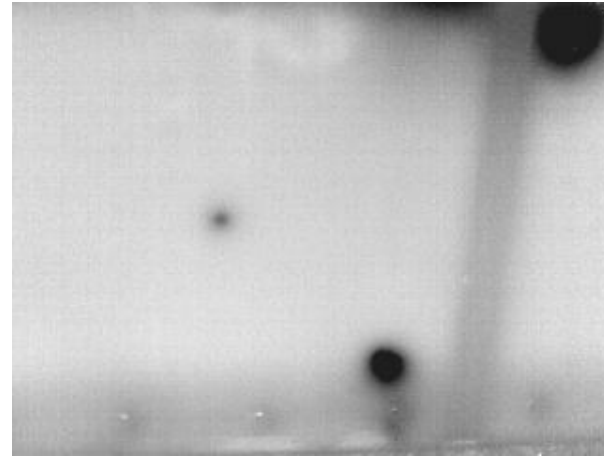
Customer : ENV
 Type : A318/A319/A320/A321
 Rev. Date : August 1, 2013

Manual: NTM_SA
 Selected effectivity: ALL

Figure 55-20-07-991-007-A - Dimensions of the heating area and position of the blankets (thermal excitation Method ...



Prüfung des Höhenleitwerks (Elevator) auf Wassereinschlüsse in der Wabenstruktur



Agenda

Normen, Vorschriften

Grundlagen

Kontrolle auf Wassereinschlüsse im Höhenleitwerk (Elevator)

Kontrolle auf Fehler /Reparaturen im Seitenleitwerk (Rudder)

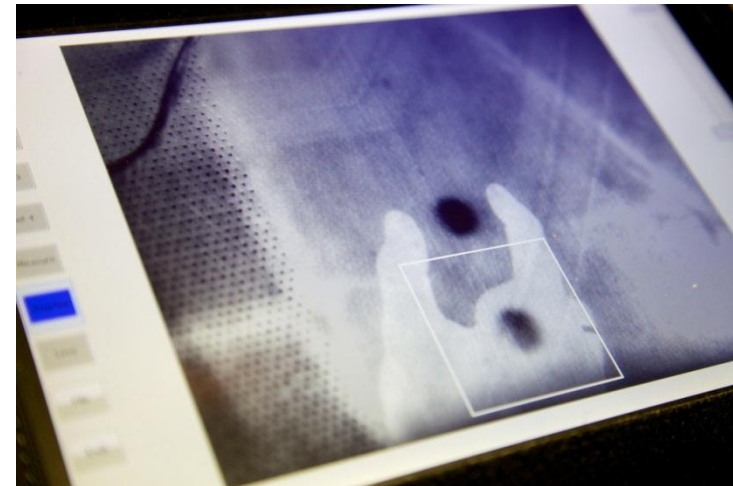
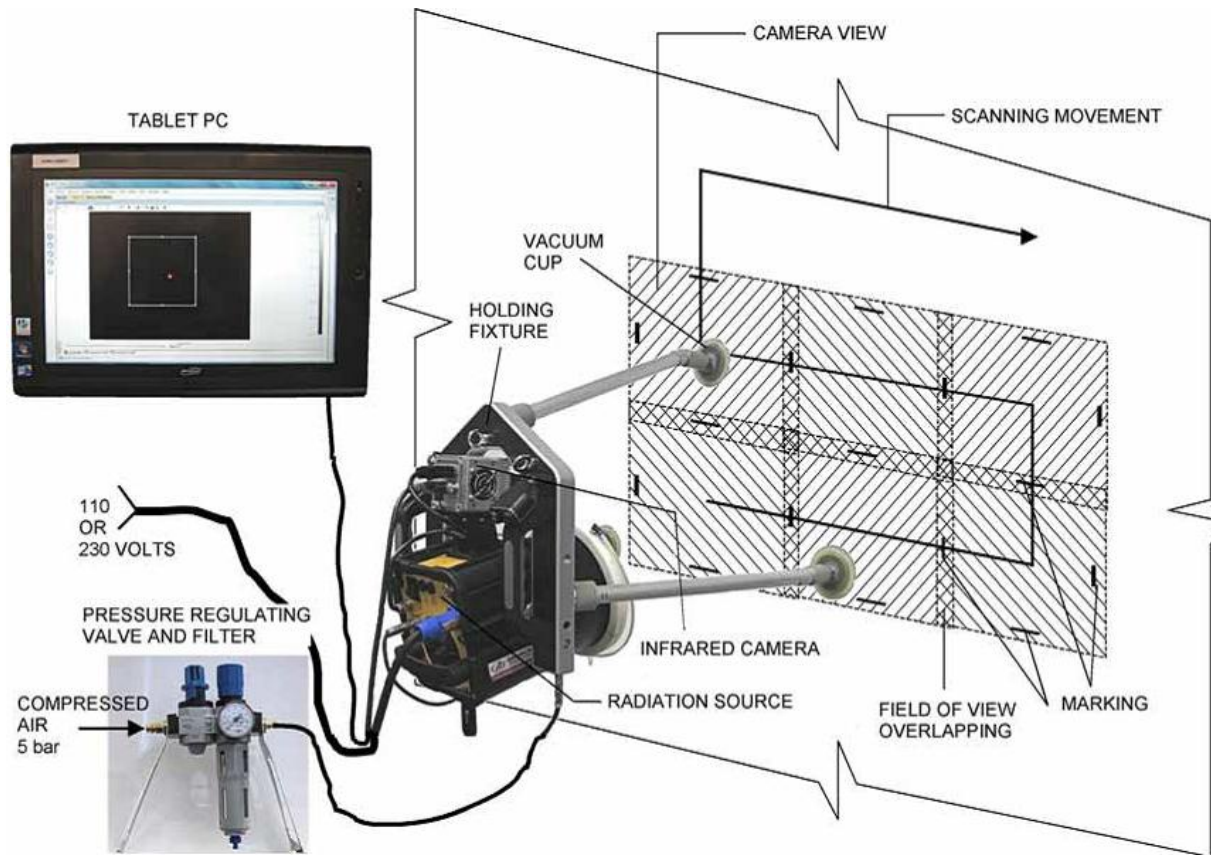
Kontrolle auf Ablösungen im Bereich Außenhaut

Zusammenfassung

Thermografieprüfung

- Beispiele - GEKKO

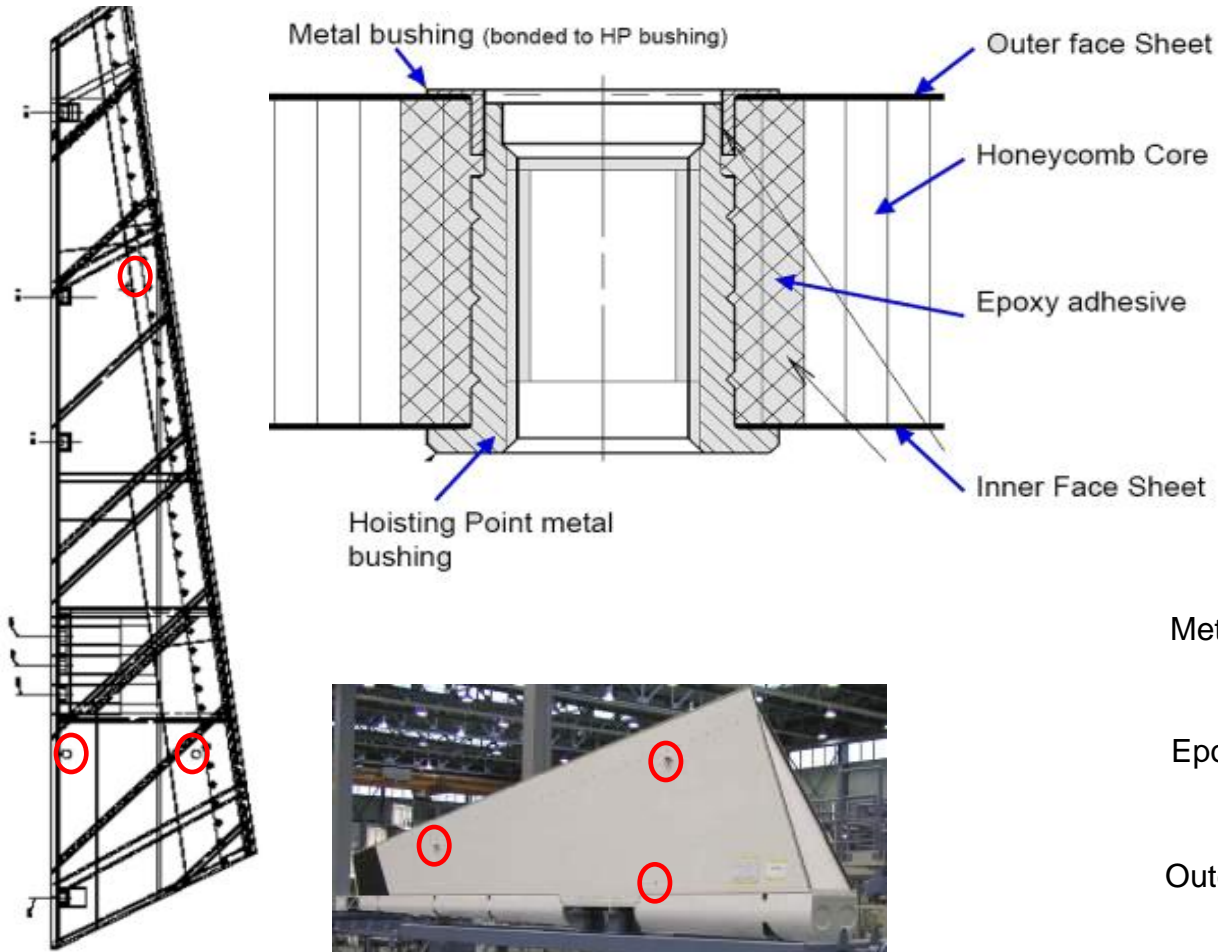
Rudder Inspection ab Sept. 2012



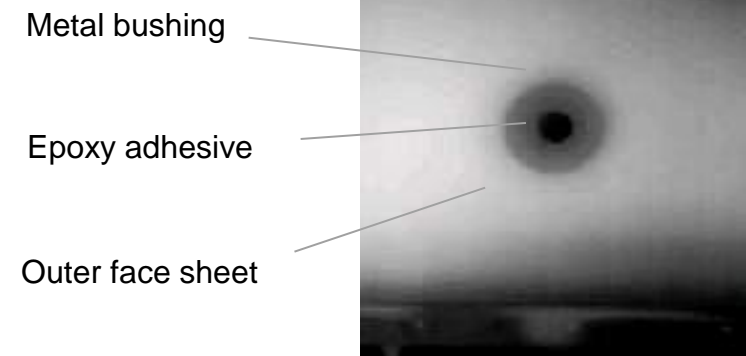
Thermografieprüfung

- Beispiele - GEKKO

HOISTING POINT

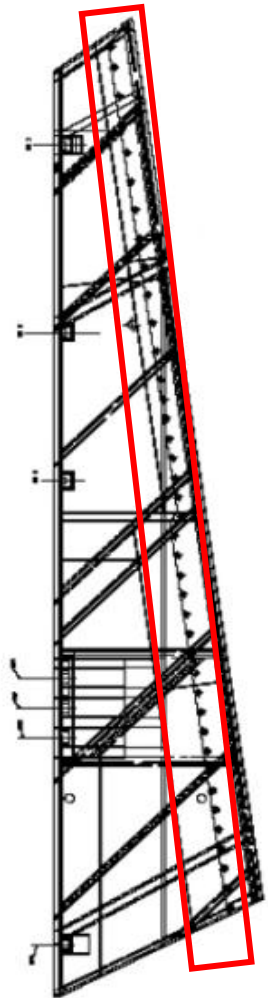


Thermography result

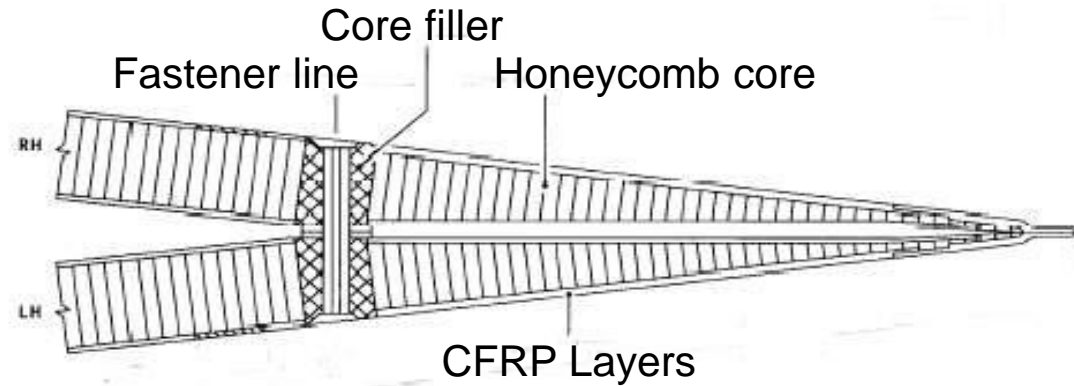


Thermografieprüfung

- Beispiele - GEKKO

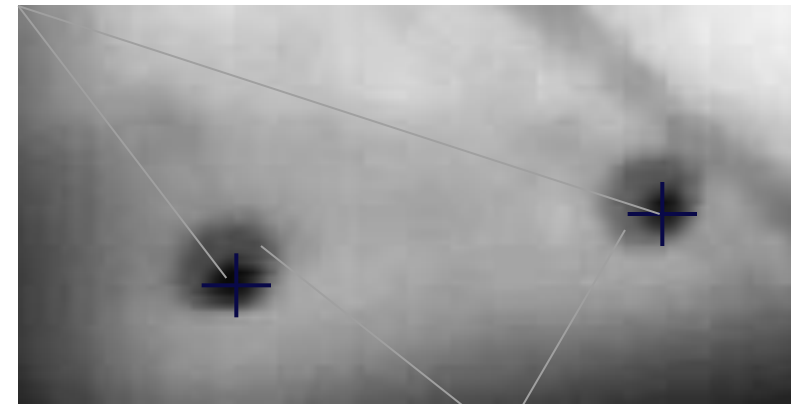


FASTENER



Fastener line

Thermography result

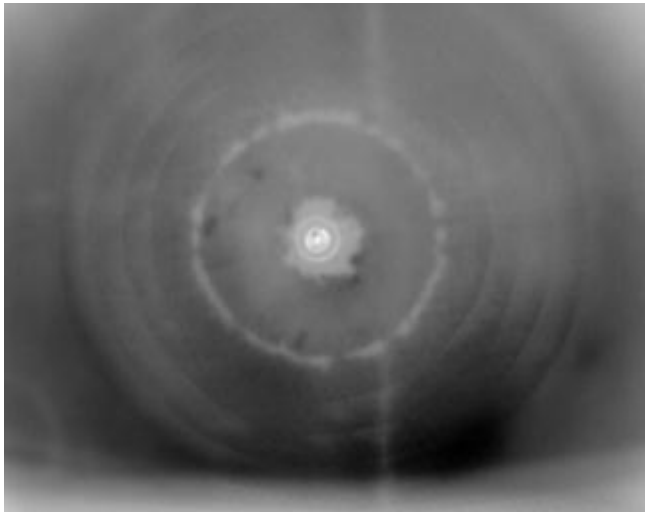


Core filler

Thermografieprüfung

- Beispiele - GEKKO

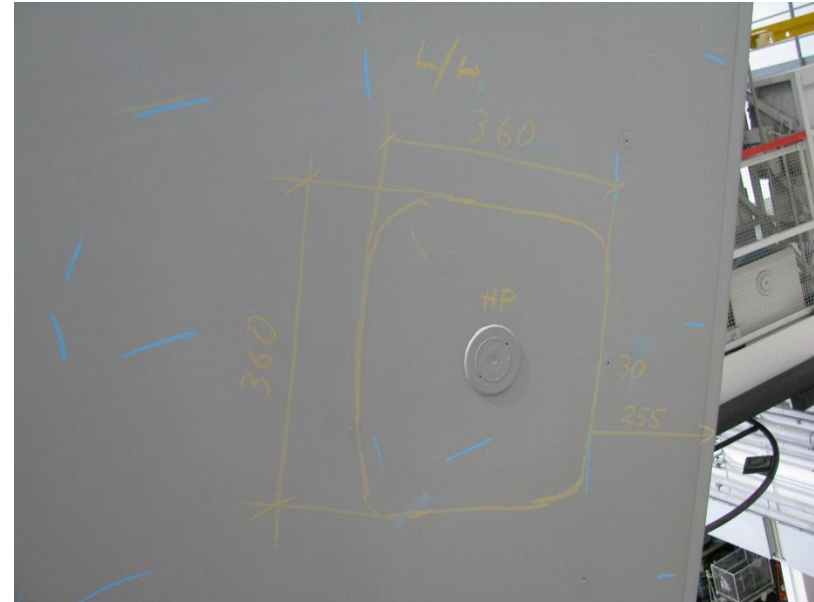
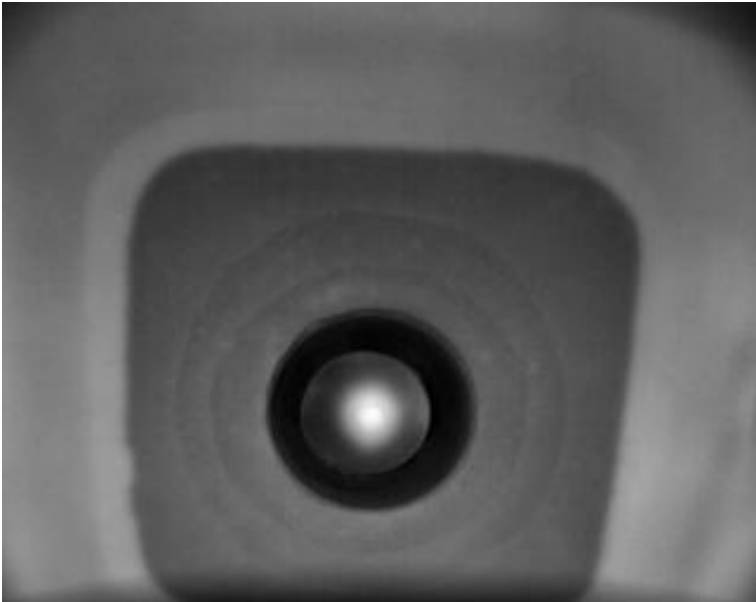
- Reparaturbereich um einen Fastener an der trailing edge



Thermografieprüfung

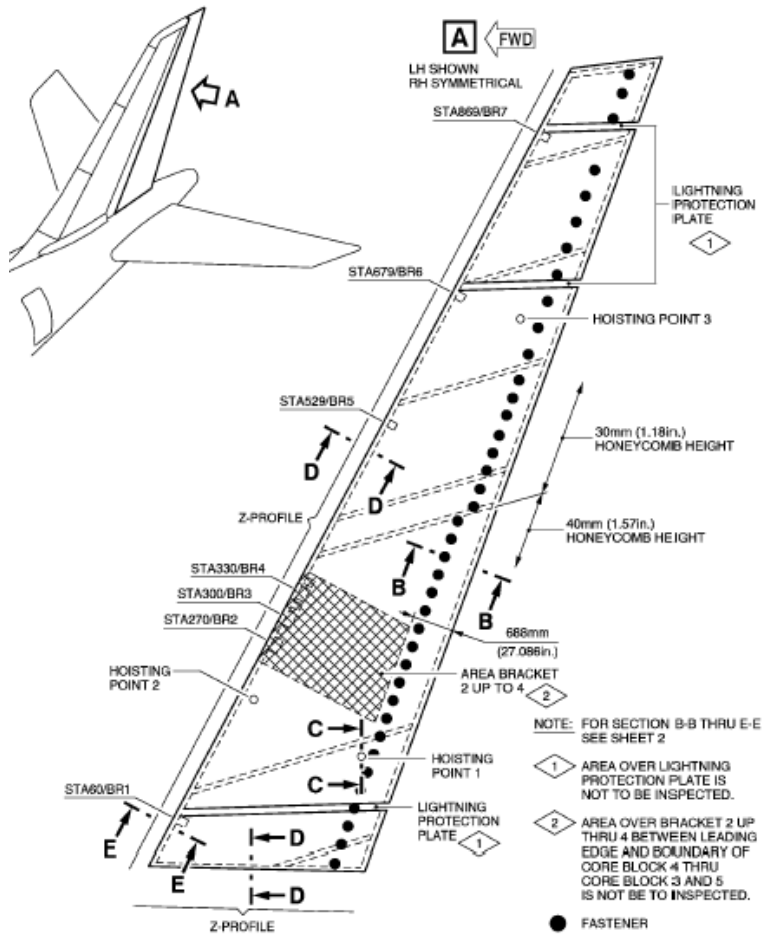
- Beispiele - GEKKO

- Reparaturbereich um einen Fastener an der trailing edge

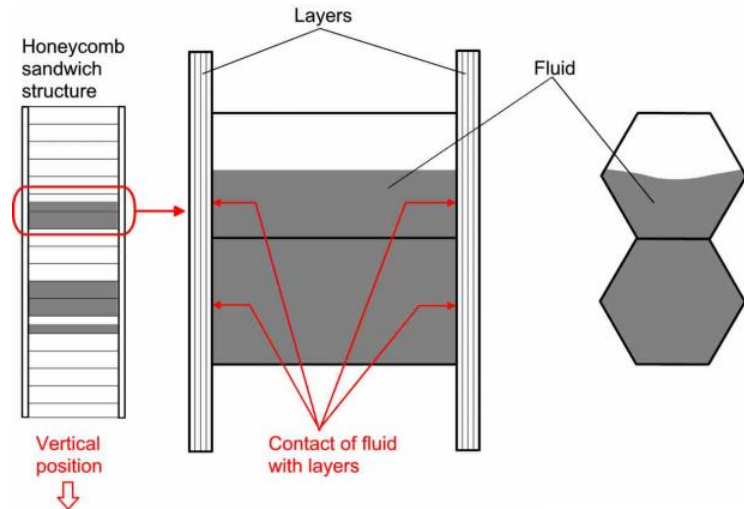


Thermografieprüfung

- Beispiele – Anregung durch Warmluftfön



Possible Damage:



Equipment:

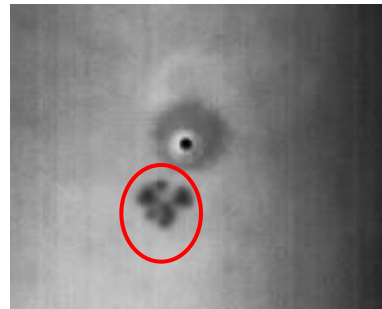


Thermografieprüfung

- Beispiele -



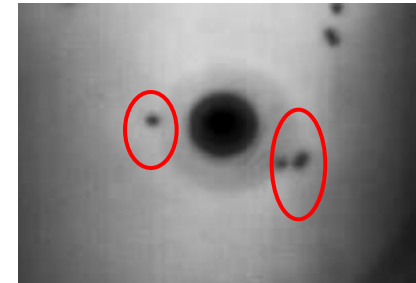
Indication at the rear edge



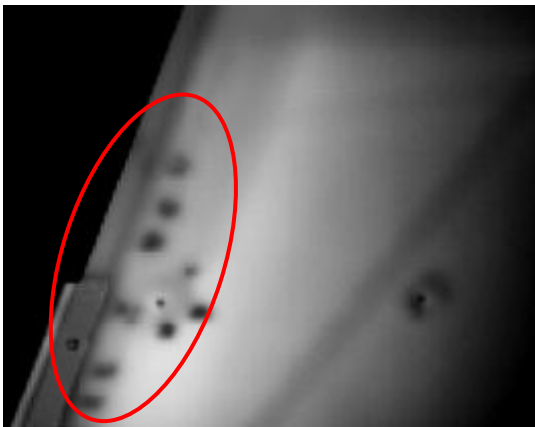
Indication at a fastener



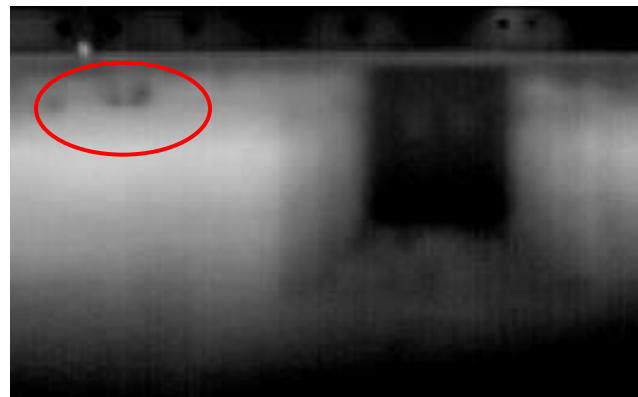
Indication at a fastener
under a layer overlapping



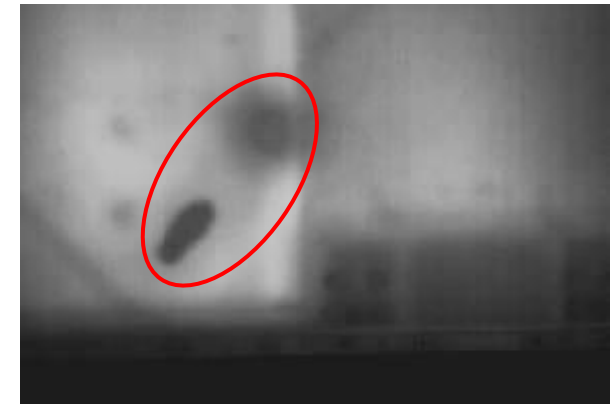
Indication at a hoisting
point



Indications at fastener 1 and rib 0



Indication at front spar near at a bracket



Typical indication of a surface repair

Agenda

Normen, Vorschriften

Grundlagen

Kontrolle auf Wassereinschlüsse im Höhenleitwerk (Elevator)

Kontrolle auf Fehler /Reparaturen im Seitenleitwerk (Rudder)

Kontrolle auf Ablösungen im Bereich Außenhaut

Zusammenfassung



Thermografieprüfung

LockIn Thermografie

Prinzip:

Während einer periodische Wärmeeinleitung in das zu prüfende Bauteil über einen beliebigen Zeitraum wird durch die IR-Kamera eine Bildsequenz aufgenommen. Anhand der zeitlichen (phasen-) Verschiebung zwischen dem Anregungssignal und dem von der Kamera aufgenommenen Bildern kann ein Ergebnisbild generiert werden.

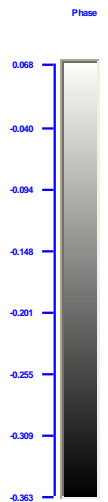
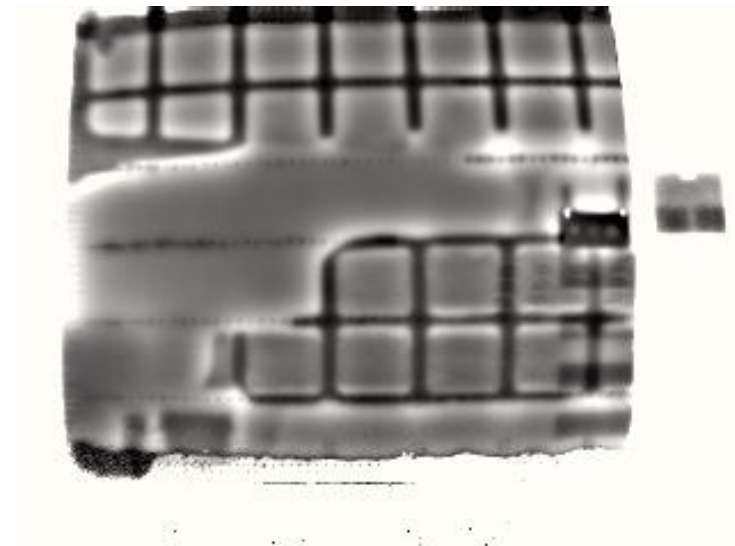
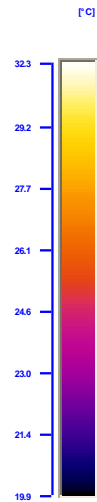
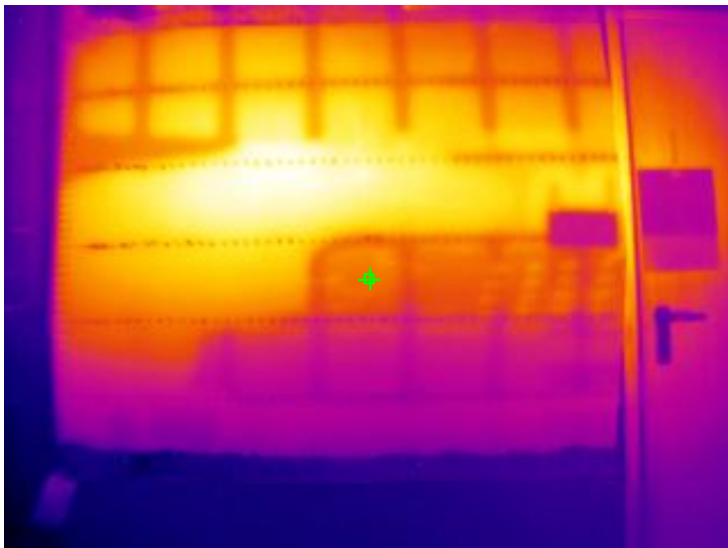
Grundlagen:

- Je größer die Wanddicke des Prüfgegenstandes, desto größer ist die Phasendifferenz zwischen Anregungsfrequenz und aufgenommener Bildsequenz.
- Das Ergebnisbild entspricht der Phasenverschiebung und hat keinen Bezug zur tatsächlichen Temperatur.
- Die „Eindringtiefe“ der LockIn Thermografie ist abhängig von den Materialeigenschaften.
- Ungleichmäßige Erwärmung der Prüffläche macht sich im Phasenbild nicht bemerkbar.
- Jedes einzelne Bildpixel der aufgenommenen Bildsequenz wird durch eine mathematische Operation (Fourier-Transformation) berechnet und zum Ergebnisbild zusammen geführt.

Thermografieprüfung

- Beispiele -

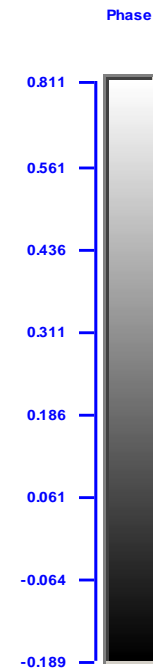
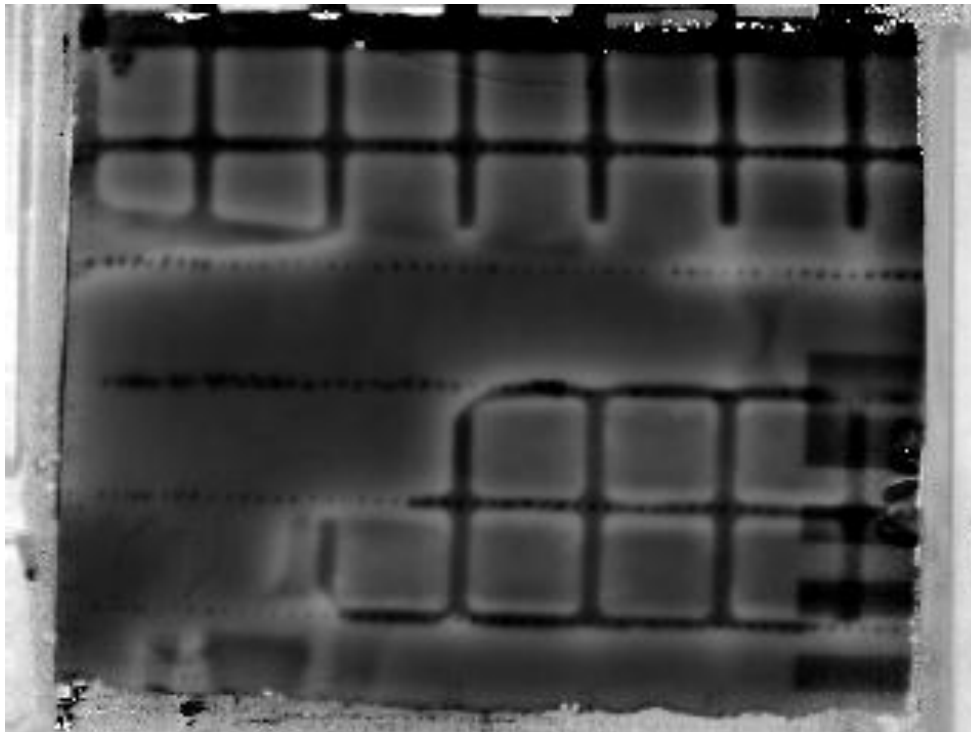
- Gegenüberstellung Temperaturbild - Phasenbild



Thermografieprüfung

- Beispiele -

- Phasenbild eines Flugzeugpanels mit Ablösungen



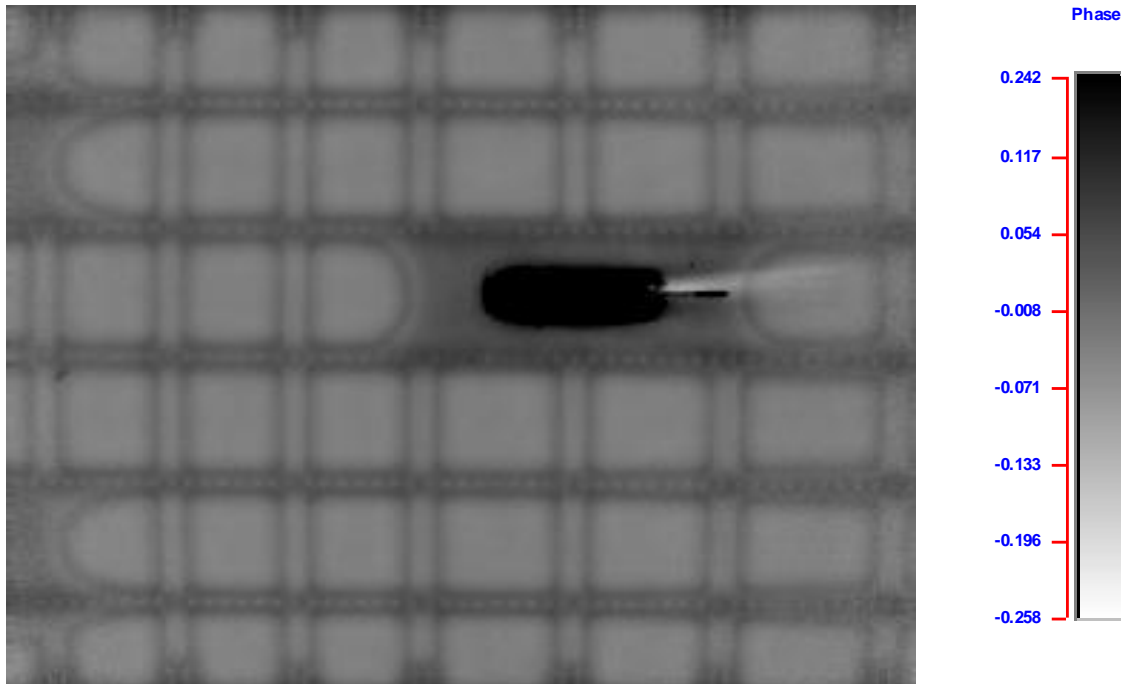
Thermografieprüfung

- Beispiele – Lockin Thermografie



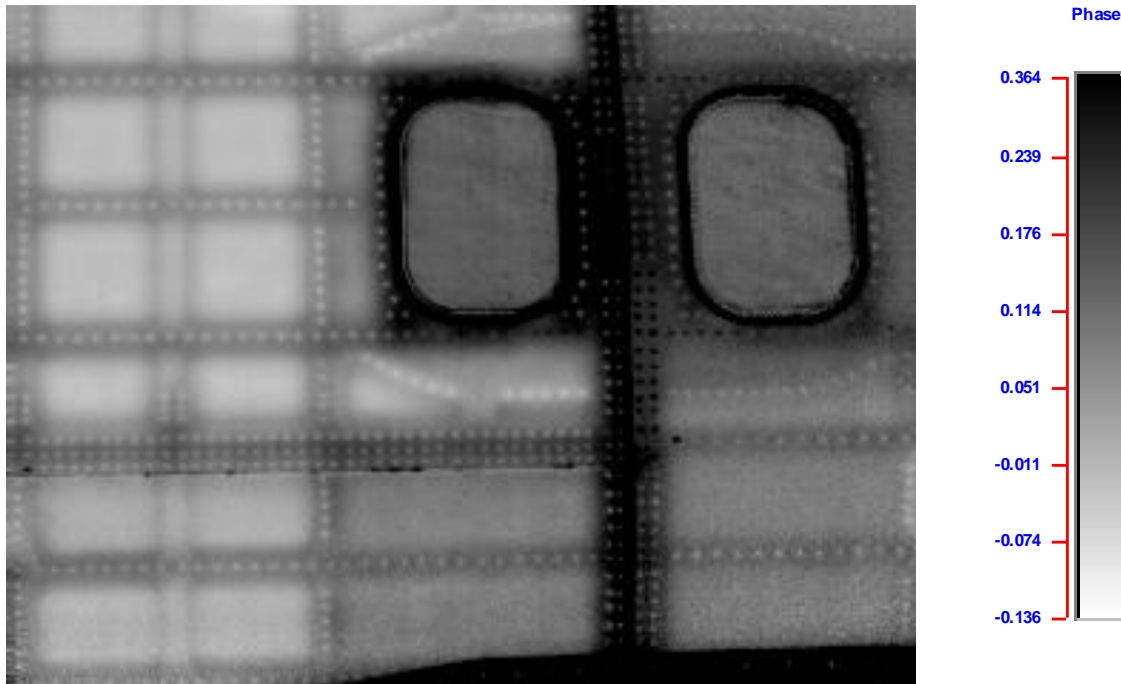
Thermografieprüfung

- Beispiele – Lockin Thermografie



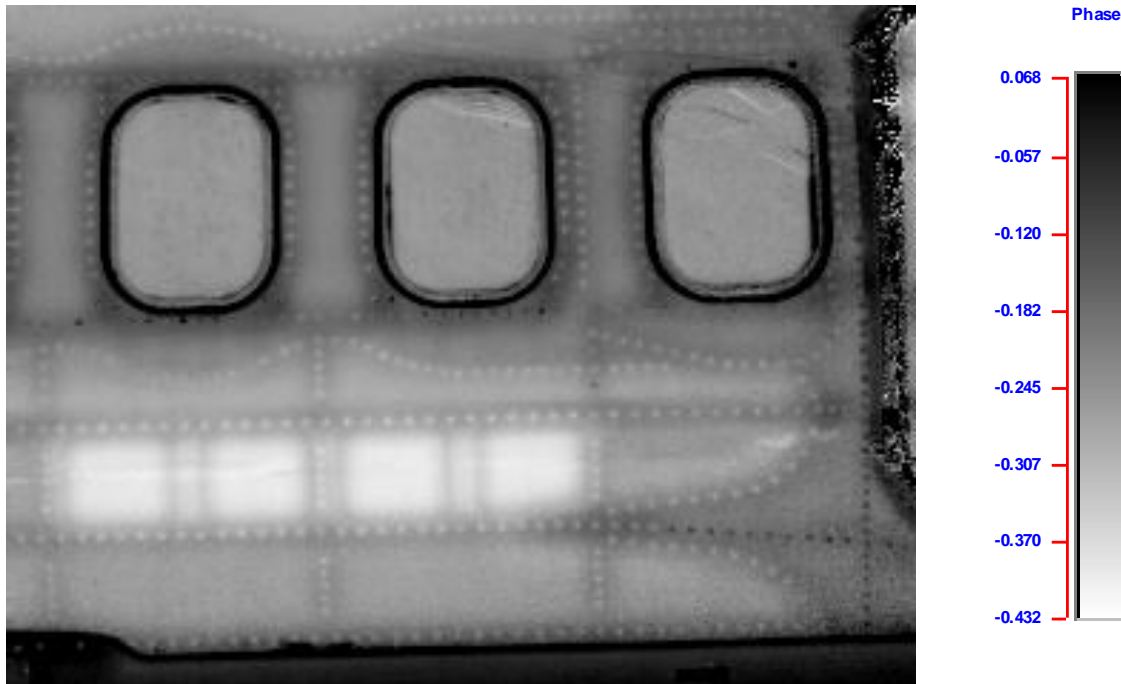
Thermografieprüfung

- Beispiele – Lockin Thermografie



Thermografieprüfung

- Beispiele – Lockin Thermografie



Agenda

Normen, Vorschriften

Grundlagen

Kontrolle auf Wassereinschlüsse im Höhenleitwerk (Elevator)

Kontrolle auf Fehler /Reparaturen im Seitenleitwerk (Rudder)

Kontrolle auf Ablösungen im Bereich Außenhaut

Zusammenfassung

Zusammenfassung

Vorteile:

- integrales Messverfahren, d.h. die Oberfläche benötigt keine spezielle Vorbehandlung
- Prüfung sowie Auswertung sind nicht besonders zeitaufwändig
- Anwendung des Verfahrens ist kostengünstig
- Prüfverfahren ist „mobil“ einsetzbar

Nachteile:

- teils einschränkende Sicherheitsvorkehrungen nötig, wie Schutz vor Verblitzungen
- bei Bedarf Änderung des Emissionskoeffizienten, z.B. müssen glänzende Oberflächen geschwärzt werden
- „geringe“ Tiefenreichweite, nur oberflächennahe (wenige mm) Fehler werden sichtbar

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

