

Grenzflächencharakterisierung mit aktiver Thermografie: Die Bedeutung des thermischen Kontaktwiderstands

Christian Spießberger
DGZfP Jahrestagung, Erfurt
10. – 12.05.2010

Inhalt

- *Übersicht Kontaktwiderstand*
- *Bedeutung für die aktive Thermografie*
- *Ansätze zur quantitativen Auswertung*

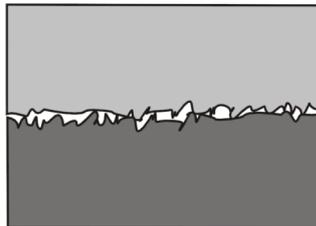
Grenzflächencharakterisierung:

Wann treten Kontaktwiderstände auf?



Kontaktwiderstände treten an nichtidealen Grenzflächen auf

→ Viele Defekte sind nur aufgrund ihrer Kontaktwiderstände mit zerstörungsfreien Prüfverfahren nachweisbar.



Grenzflächencharakterisierung:

Wo treten Kontaktwiderstände auf?



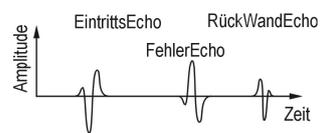
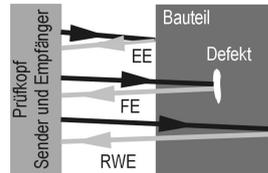
Kontaktwiderstände sind abhängig von:

- der Rauigkeit der Oberfläche
- Verschmutzungen (z.B. Staub)
- der Spaltdicke
- dem Druck auf die Grenzfläche

Grenzflächencharakterisierung:
Wo treten Kontaktwiderstände auf?



Elektrische Kontakte



Ultraschallprüfung

Grenzflächencharakterisierung:
Wo treten Kontaktwiderstände auf?



Thermischer Kontaktwiderstand: Minimierung durch Wärmeleitpaste



www.pc-typ.de

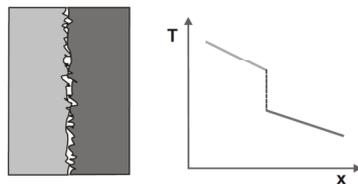
Inhalt



- *Übersicht Kontaktwiderstand*
- **Bedeutung für die aktive Thermografie**
- *Ansätze zur quantitativen Auswertung*

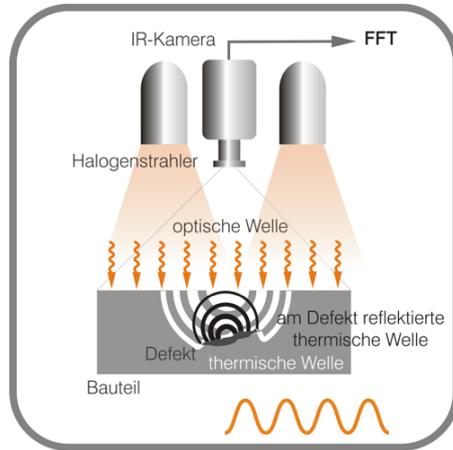
Thermischer Kontaktwiderstand:

Sichtbarkeit von Grenzflächen mit Thermografie



- Grenzflächen sind nur dann detektierbar, wenn sich Wärme daran aufstauen kann!
- Diese Eigenschaft wird mit dem **thermischen Kontaktwiderstand** beschrieben.
- Wenn die Wärme genügend Zeit hat, können Hindernisse überbrückt werden
 - Grenzflächen (z.B. Delaminationen) bleiben unentdeckt

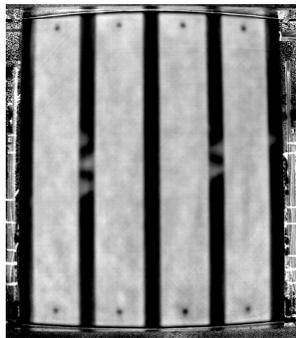
Aktive Thermografie:
Optisch angeregte Lockin-Thermografie



Optisch angeregte Lockin Thermografie
Delaminationen in einem CFK-Panel während eines Beultests



Messung ohne Last



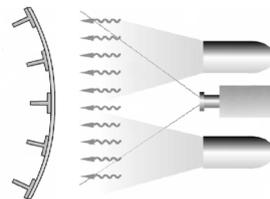
Stringer liegt an
 → Geringer Kontaktwiderstand



Messung unter Last

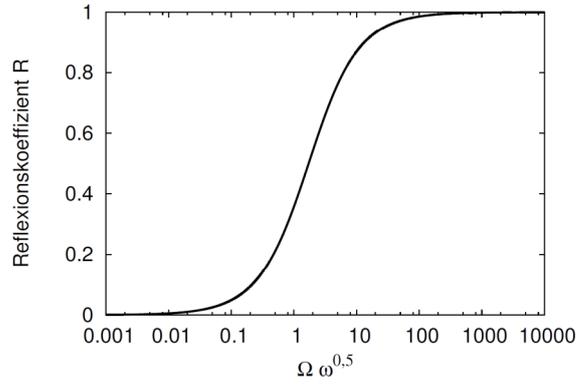
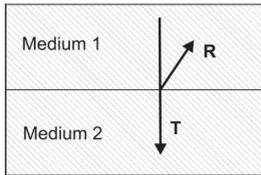


Stringer beult weg
 → Hoher Kontaktwiderstand

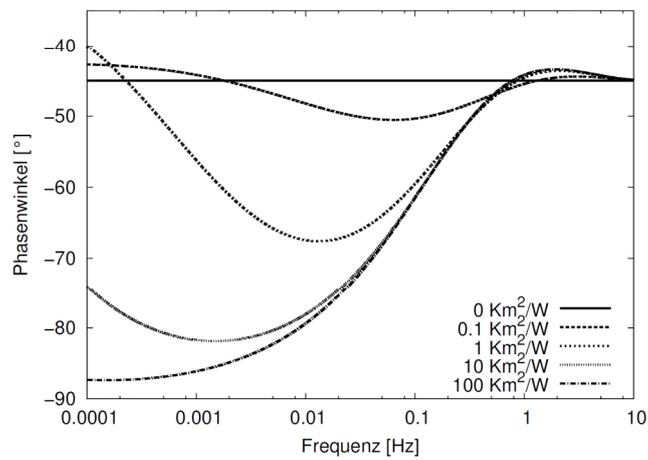


Messungen am DLR Braunschweig

Optisch angeregte Lockin Thermografie
Frequenzabhängigkeit des Reflexionskoeffizienten



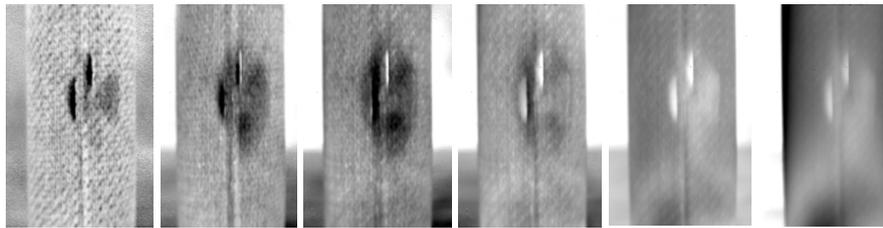
Optisch angeregte Lockin Thermografie
Phasenkurve für verschiedene Kontaktwiderstände



Optisch angeregte Lockin Thermografie
Frequenzabhängigkeit der Messungen



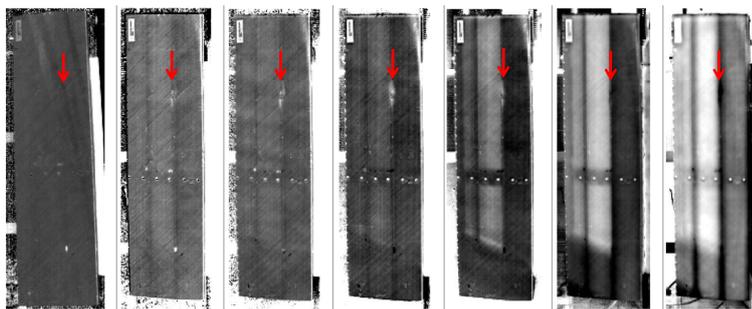
Messungen an CFK-Rohren



Lockin-Frequenz



Frequenzabhängigkeit des Reflexionskoeffizienten:
Prüfung einer CFK-Landeklappe



Lockin-Frequenz



Kompromiss zwischen ausreichender Eindringtiefe
und möglichst großem Wärmestau an der
Grenzfläche

→ optimale Lockin-Frequenz hängt vom Einzelfall ab



Inhalt



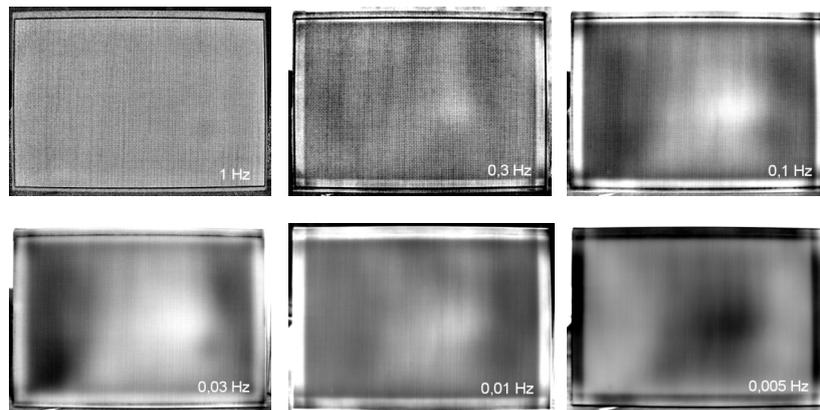
- *Übersicht Kontaktwiderstand*
- *Bedeutung für die aktive Thermografie*
- ***Ansätze zur quantitativen Auswertung***

Grenzflächencharakterisierung:

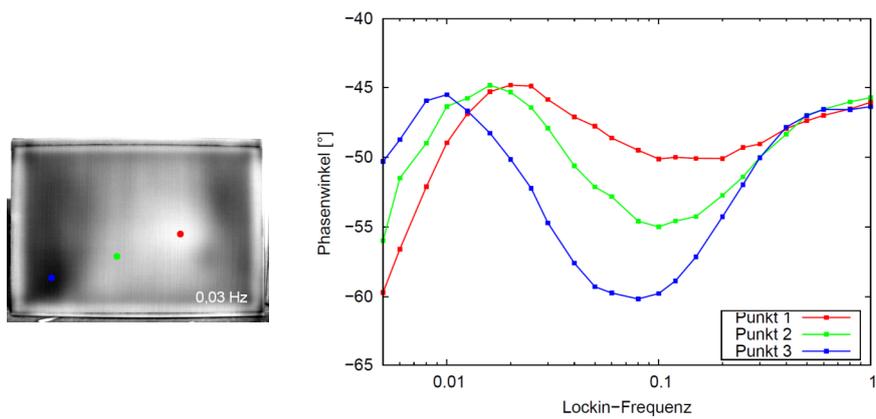
Kontaktwiderstand zwischen zwei CFK-Platten



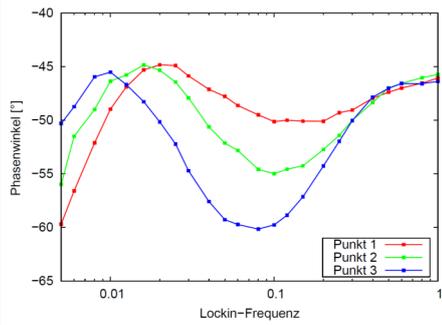
Grenzflächencharakterisierung:
Kontaktwiderstand zwischen zwei CFK-Platten



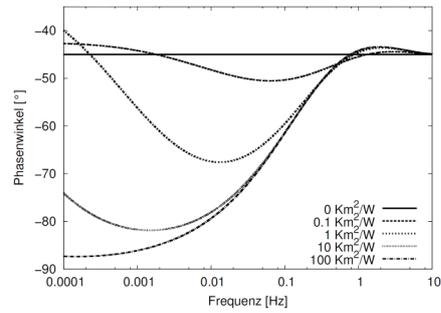
Grenzflächencharakterisierung:
Kontaktwiderstand zwischen zwei CFK-Platten



Grenzflächencharakterisierung:
Kontaktwiderstand zwischen zwei CFK-Platten

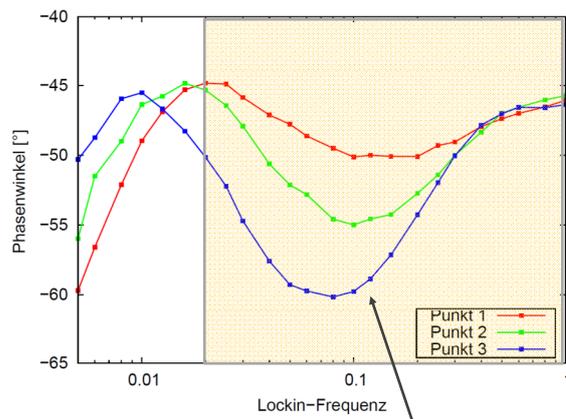
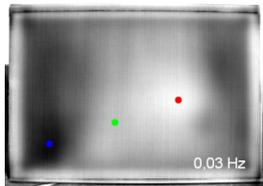


Messung



Theorie

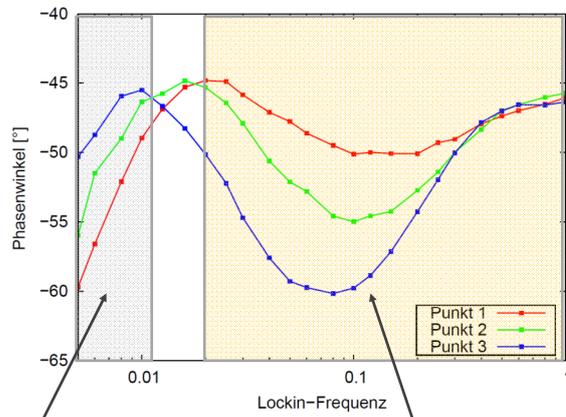
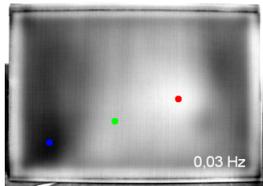
Grenzflächencharakterisierung:
Kontaktwiderstand zwischen zwei CFK-Platten



„Fehlerecho“

Grenzflächencharakterisierung:

Kontaktwiderstand zwischen zwei CFK-Platten

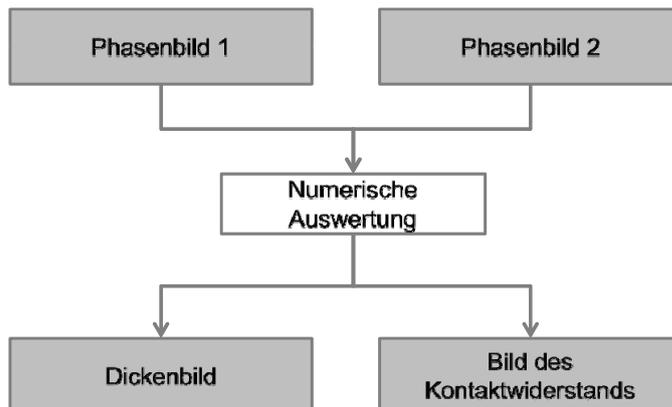


„Rückwandecho“

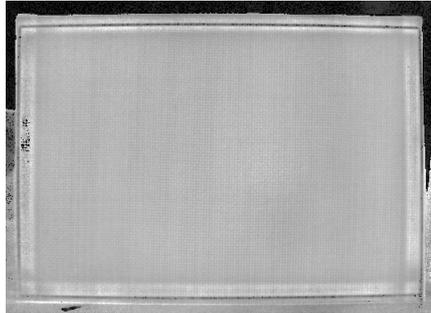
„Fehlerecho“

Grenzflächencharakterisierung:

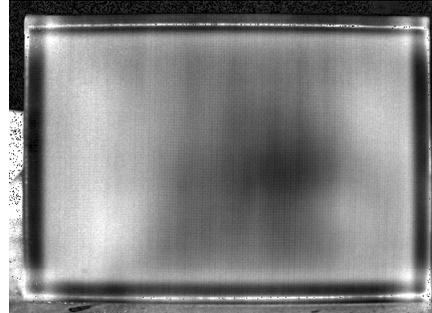
Quantitative Auswertung



Grenzflächencharakterisierung:
**Quantitative Bestimmung von
Kontaktwiderständen**

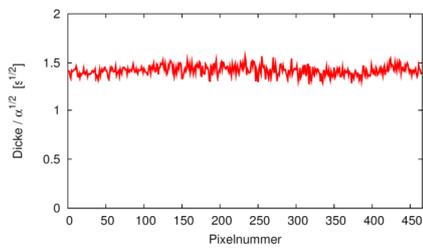
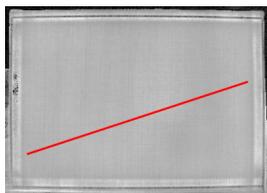


Dickenbild

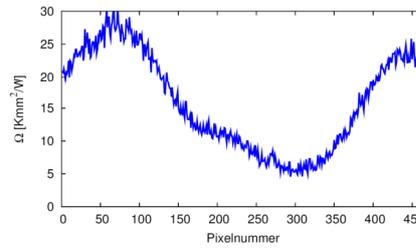
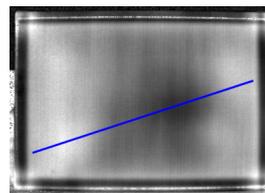


Kontaktwiderstand

Grenzflächencharakterisierung:
**Quantitative Bestimmung von
Kontaktwiderständen**

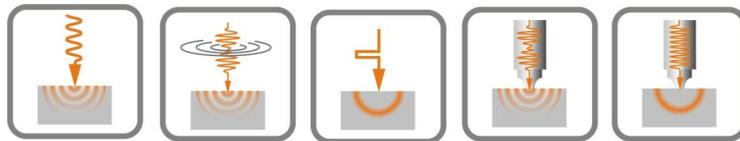


Dicke



Kontaktwiderstand

- Kontaktwiderstände haben in der ZfP eine zentrale Bedeutung
- Auch die aktive Thermografie ist extrem von Kontaktwiderständen abhängig
- Es gibt für jede Grenzfläche eine optimale Lockin-Frequenz
- Kontaktwiderstände sind prinzipiell quantifizierbar
→ Tiefenbestimmung von Delaminationen sollte möglich sein



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit