

Shearography – Eine schnelle und flexible ZfP-Technik für Verbundwerkstoffe Neue Anwendungen u.a. in der Windindustrie

Eberhard MOSER¹

¹ Dantec Dynamics GmbH, Ulm

www.dantecdynamics.com

Kurzfassung

Moderne Hi-Tech Produkte werden heute zunehmend aus Verbundwerkstoffen hergestellt, die speziell für diese eine Anwendung entwickelt werden.

Zusätzlich zu der präzisen Kenntnis dieser Materialien, die zumeist anisotrop sind, gewinnt die Frage der ZfP immer größere Bedeutung.

Häufig sind Verbundwerkstoffteile beispielsweise im Bereich Wind-, Luft- und Raumfahrt-, Automobil- und Yachtindustrie von großem Wert und ebenso sicherheitsrelevant, so dass eine zuverlässige und schnelle Fehleranalyse sowohl in der Produktion als auch in der Instandhaltung durchgeführt werden muss.

Shearography ist eine optische ganzflächige Prüfmethode, die speziell für schnelle Fehlererkennung geeignet ist. Sie ist als mature Technik anerkannt, und besonders für die Prüfung von Kompositteilen geeignet.

In diesem Beitrag werden die neuesten Shearographyentwicklungen, Anwendungen mit besonderem Fokus auf die Windindustrie dargelegt, und das Potential beschrieben.



Shearography: Shearography – Eine schnelle und flexible ZfP-Technik für Verbundwerkstoffe Neue Anwendungen u.a. in der Windindustrie

Eberhard Moser

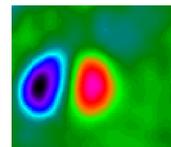
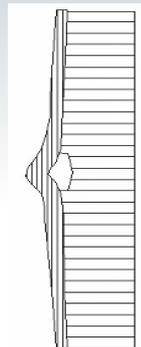


Slide 1 | EMR | DGZfP Optische Prüf- und Messverfahren 03_2015



Zerstörungsfreie Prüfung mit Shearografie

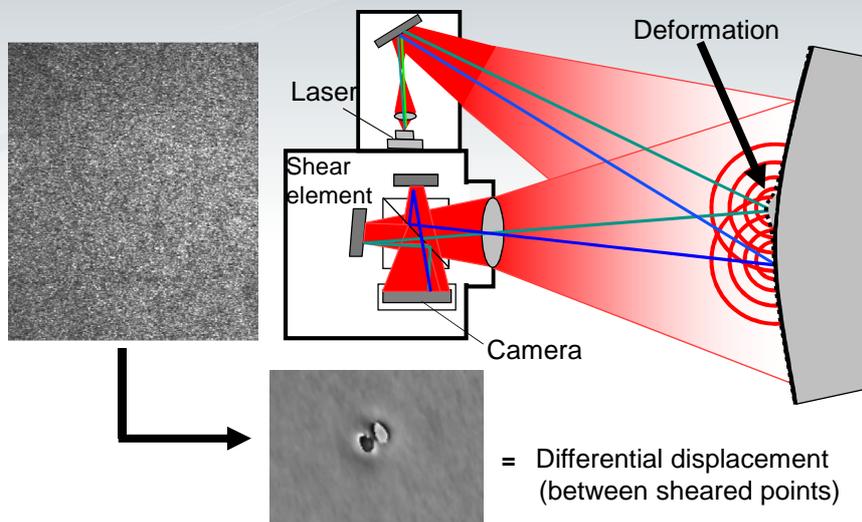
- Eine Technik, um Fehler in vielen Materialien zu detektieren
- Anregung des Prüflings führen zu Verformungen an der Oberfläche auf Grund interner Defekte
- Das Shearografiesystem kann diese sehr kleinen Verformungen detektieren
- Ganzflächig, berührungslos



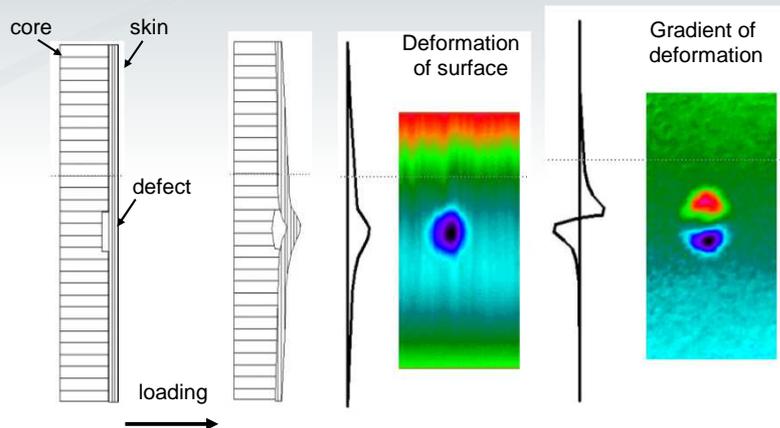
Slide 2 | EMR | DGZfP Optische Prüf- und Messverfahren 03_2015



Prinzip der Shearografiemessung



Typische Ergebnisse



Detektierbare Fehler mit Shearografie

- Delamination
- Klebefehler
- Trennung struktureller Komponenten
- Undulation/waving/wrinkling
- Kissing bonds
- Impactschäden (BVID)
- Strukturanomalien
- Inter-laminare Separationen
- Crushed Core, im Unterschied zu Klebefehlern
- Interne Korrosion
- Änderungen in Schichten und Kernrisse / bulkheads



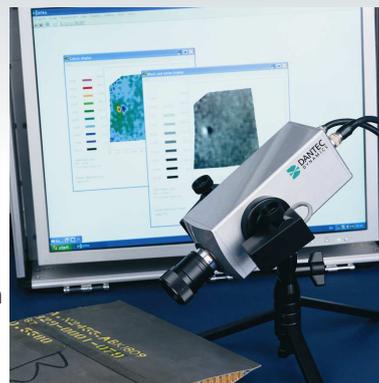
Slide 5 | EMR | DGZIF Optische Prüf- und Messverfahren 03_2015



Standard Q-800 System

Q-800 Shearography Sensor für diverse Applikationen in Produktion oder in-situ

- Variables Blickfeld
- Geringes Gewicht
- Kompaktes Design
- Verschiedene Anregungsmethoden



Keine Präparation der Oberfläche!



Slide 6 | EMR | DGZIF Optische Prüf- und Messverfahren 03_2015



Q-810 Vakuumhaube

Q-810 tragbare Vakuumhaube für Applikationen in Produktion oder in-situ

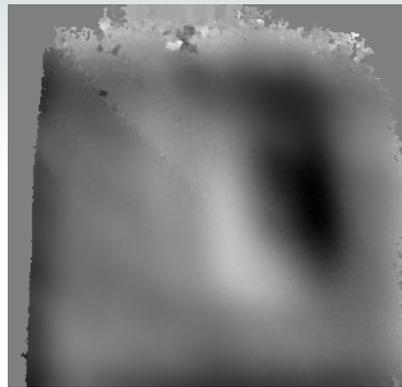
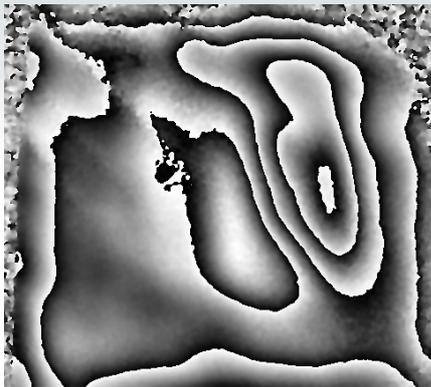
- Große Flächen „abscannen“ (15qm/hr)
- Taktile Monitor auf der Haube
- Thermische und Unterdruckerregung
- Geringes Gewicht
- Lange Kabelverbindung bis 20m



Slide 7 | EMR | DGZIP Optische Prüf- und Messverfahren 03_2015



Ergebnisse Automotive Sandwich Material



Slide 8 | EMR | DGZIP Optische Prüf- und Messverfahren 03_2015



Anwendungsbeispiel Vakuumhaube



Shearography Inspection on AWACS



Slide 9 | EMR | DGZIP Optische Prüf- und Messverfahren 03_2015



Mobile Shearografie am Flugzeug



Slide 10 | EMR | DGZIP Optische Prüf- und Messverfahren 03_2015



Warum NDT für Windkraft?



=



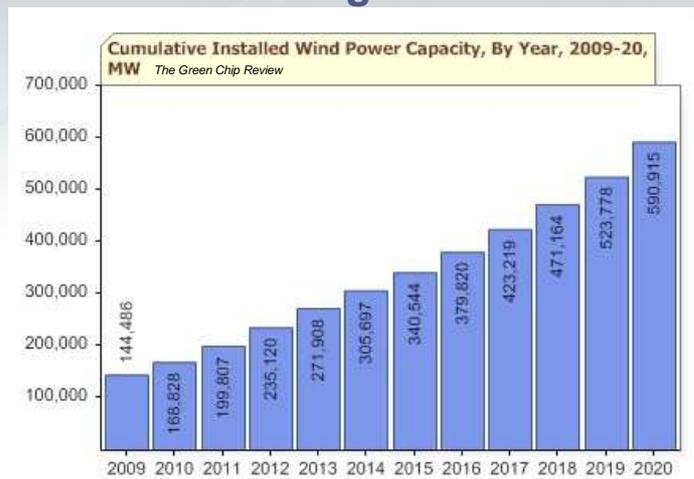
+



Slide 11 | EMR | DGZIP Optische Prüf- und Messverfahren 03_2015



Bedeutung der Windkraft



Slide 12 | EMR | DGZIP Optische Prüf- und Messverfahren 03_2015



Warum Shearografie für Windkraft

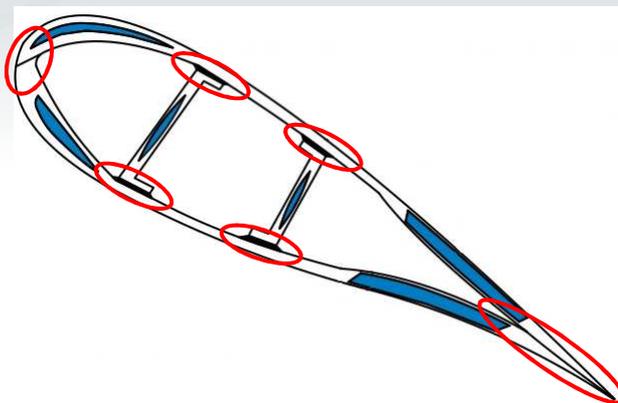
- Große Dimension erfordern schnelle Technik
- Automatische **Produktionskontrolle**
- **In-situ** Geräte für Servicekontrolle



Slide 13 | EMR | DGZIP Optische Prüf- und Messverfahren 03_2015



Kritische Stellen am Rotorblatt



Slide 14 | EMR | DGZIP Optische Prüf- und Messverfahren 03_2015



WRINKLINGS..... kann man nur mit Shearografie detektieren



Shearografieergebnis
Wrinklings in Spar Cap



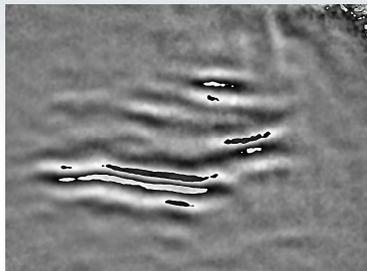
Folgen von Wrinklings...



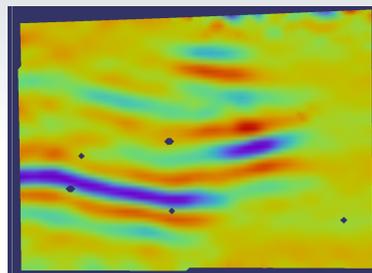
Slide 15 | EMR | DGZIP Optische Prüf- und Messverfahren 03_2015



Korrelierung von Techniken - Wrinkles



Ergebnis: Shearografie
"Qualitativ"



Ergebnis: Digitale Bildkorrelation
"Quantitativ"
i.O./ n.i.O. Kriterium



Slide 16 | EMR | DGZIP Optische Prüf- und Messverfahren 03_2015



Prüfung von Rotorblättern

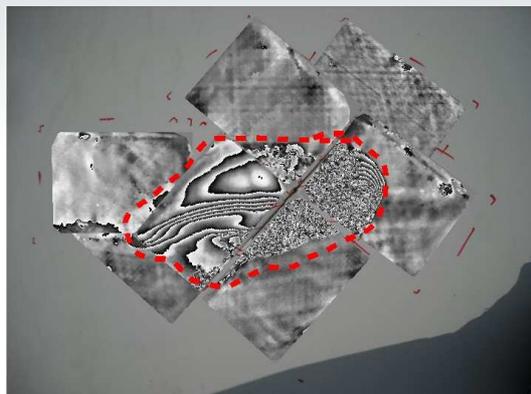
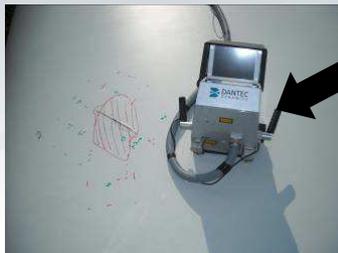


Slide 17 | EMR | DGZIP Optische Prüf- und Messverfahren 03_2015



Blitzschäden

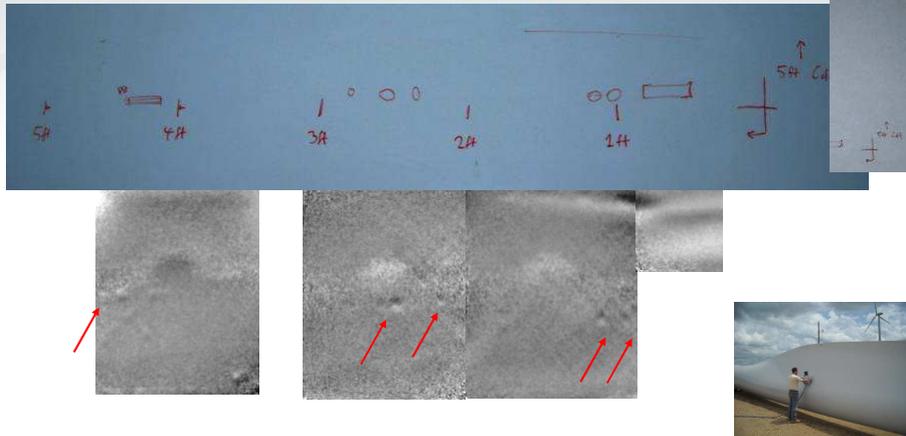
Wärmeanregung
Eingebauter Heizrahmen



Slide 18 | EMR | DGZIP Optische Prüf- und Messverfahren 03_2015



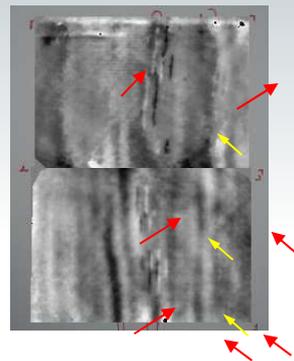
Defekte in der Bondline



Slide 19 | EMR | DGZIP Optische Prüf- und Messverfahren 03_2015



Wrinkles



Viele transversale wrinkles wurden gefunden

Einige sichtbare Risse im gelcoat (yellow)



Slide 20 | EMR | DGZIP Optische Prüf- und Messverfahren 03_2015



Risse/ Wrinkles

- Sichtbare Risse im Gelcoat



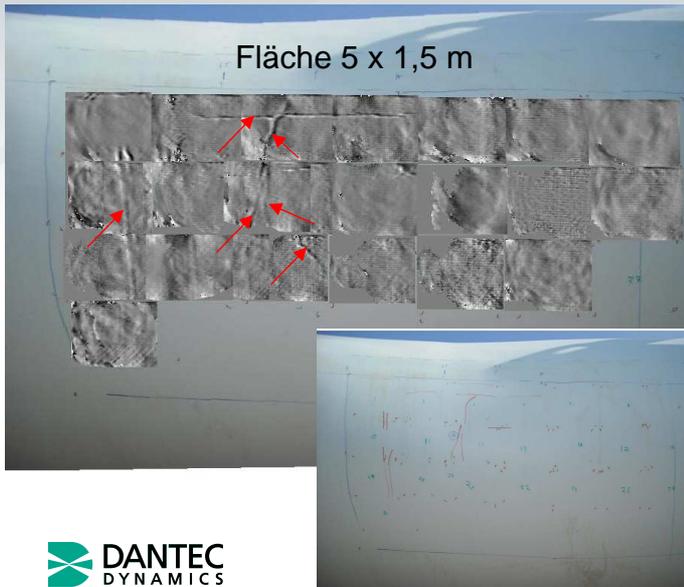
- Wrinkles liefen über 4 m durch das Rotorblatt



Risse/ Wrinkles

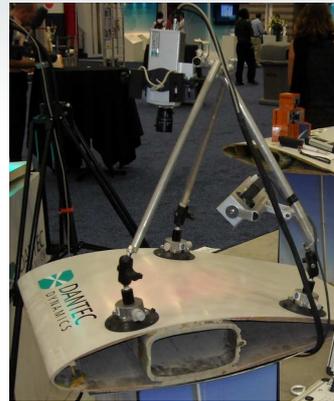
- Root section Inspected
- Wrinkles found

Fläche 5 x 1,5 m



Neues Sensorsystem für Messungen am Turm

- Mil-Stecker für Q-800 sensor mit bis zu 8 LDs and digitaler Schnittstelle für Steuerung der Wärmeanregung
- Geringes Gewicht der Vorrichtung für Sensor und WQärmelampe
- Vacuumfüße mit Kugelgelenken



Slide 23 | EMR | DGZIP Optische Prüf- und Messverfahren 03_2015



Neues Sensorsystem für Messungen am Turm mit Seilen



- Pelicase mit Mil-Steckern, wasser- und staubgeschützt (IP 65)
- Produktionslaptop aus Magnesium IP65 and MIL-STD 810G
- 14" Sunlight Readable screen
- Schock- and vibrationsgedämpfte Elektronik
- Dimensionen: 52.4 x 42.9 x 20.6 cm3
- Gewicht: 16 kg incl. Notebook (35lbs)
- Ein Knopf Bedienung: Vordefinierte Aufnahmeverfahren



Slide 24 | EMR | DGZIP Optische Prüf- und Messverfahren 03_2015



Shearografie auf Rotorblättern

Schnelle Inspektion
Für große Flächen

In-situ Inspektions
Systeme

Wrinkling Detektion

Zertifizierung nach
ZfP standards
seit 2008



Slide 25 | EMR | DGZIP Optische Prüf- und Messverfahren 03_2015



Inspektion großer Flächen



Hull 20mm at keel down to 12.5
mm thick - Rovimatt 120



Slide 26 | EMR | DGZIP Optische Prüf- und Messverfahren 03_2015



100% Prüfung von Bootsrumpf & Vordeck



Carbonfaserhaut mit
Nomexkern sandwich



Slide 27 | EMR | DGZIP Optische Prüf- und Messverfahren 03_2015

NOVA
INSTRUMENTS
a Nova Instruments company

United Internet Team Germany



Americas Cup 2007 GER 89

Built by Knierim Yachtbau, Kiel

100% of hull, fore deck, hull to
deck joint + keel Tower

NDA



Slide 28 | EMR | DGZIP Optische Prüf- und Messverfahren 03_2015

NOVA
INSTRUMENTS
a Nova Instruments company

Automatisches Robotersystem für Luftfahrt



Slide 29 | EMR | DGZIP Optische Prüf- und Messverfahren 03_2015

NOVA INSTRUMENTS
a Nova Instruments company

Automatisches Robotersystem



- Roboterinstallation, Schaltzentrale und neuer Messkopf
- Kombination von thermischer und Unterdruckbelastung



Slide 30 | EMR | DGZIP Optische Prüf- und Messverfahren 03_2015

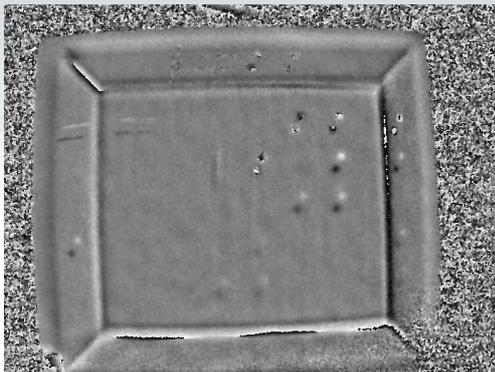
NOVA INSTRUMENTS
a Nova Instruments company



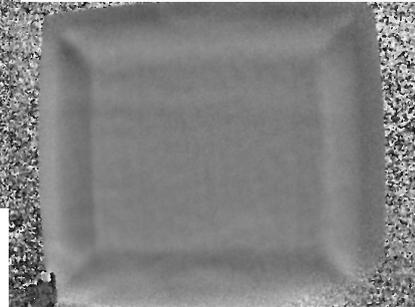
Slide 31 | EMR | DGZIP Optische Prüf- und Messverfahren 03_2015



Ergebnisse



Teil mit Fehlern



Teil ohne Fehler



Slide 32 | EMR | DGZIP Optische Prüf- und Messverfahren 03_2015





Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

eberhard.moser@dantecdynamics.com

www.dantecdynamics.com



Slide 33 | EMR | DGZIP Optische Prüf- und Messverfahren 03_2015

 **NOVA**
INSTRUMENTS
a Nova Instruments company