

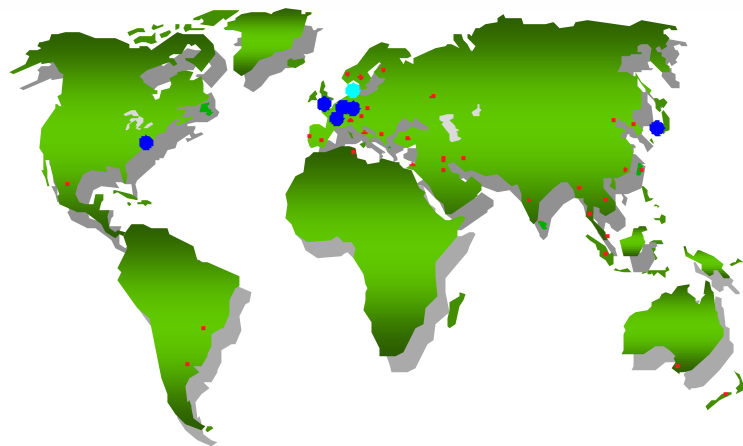


# Optische Messtechnik für den Leichtbau

Eberhard Moser

# Dantec Dynamics Überblick

- Dantec ist Hersteller von (laser-)optischen Messlösungen für den Bereich Fluidynamics, Microfluidics, Partikelgröße; Verbrennungsdiagnostik und Material und Komponentenanalyse
- Sitz in Kopenhagen, Dänemark



- Dantec Dynamics main office
- Dantec Dynamics company
- Dantec Dynamics representative

- Gehört zu Nova Instruments, Boston, Ma
- 6 Tochterunternehmen in 5 Ländern  
Vertriebspartner weltweit
- 120+ Mitarbeiter weltweit, viele davon mit MScs, PhDs und anderen post graduate degrees
- Exportanteil: 99% des Umsatzes (bezogen auf DK)
- AAA credit value rating (Duns & Bradstreet)



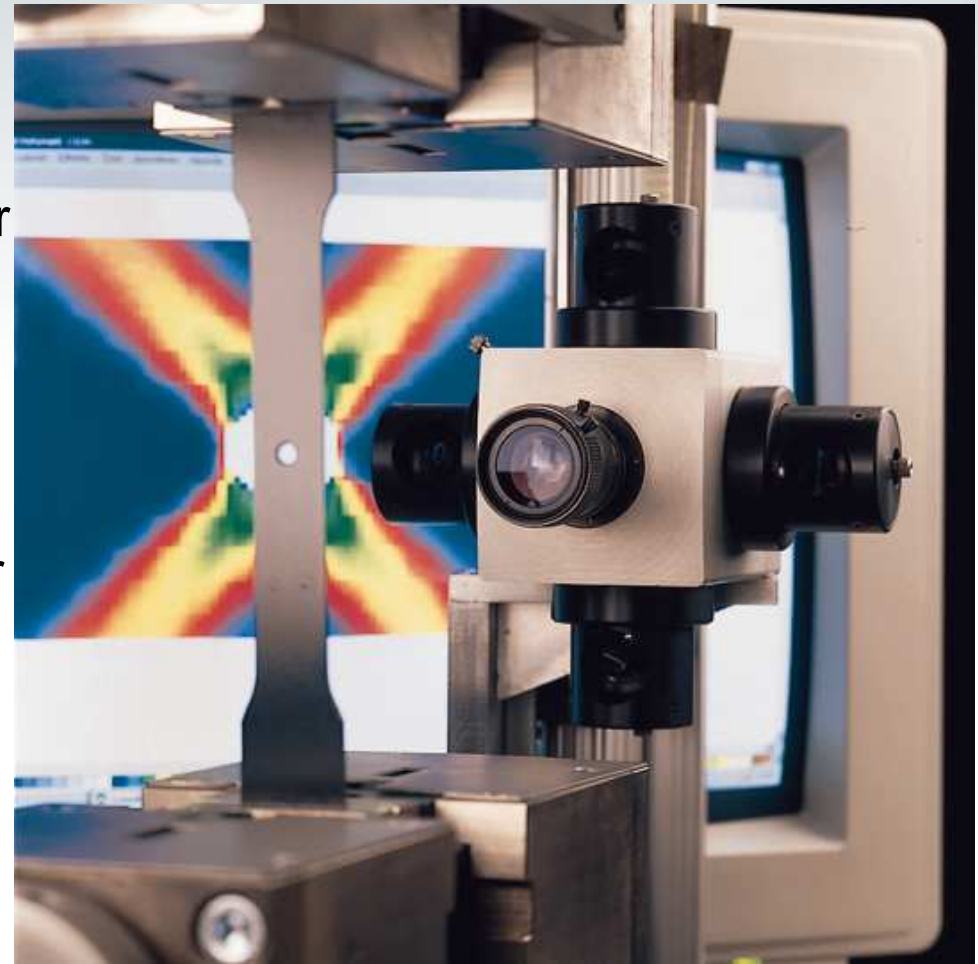
# Dantec Techniken



- Constant Temperature Anemometry (CTA)
- Laser Doppler Anemometry (LDA)
- Particle Image Velocimetry (PIV)
- Laser Induced Fluorescence (LIF)
- Particle Dynamics Analysis (PDA)
  
- Electronic Speckle Pattern Interferometry (ESPI)
- Shearography
- 3D Digital Image Correlation (DIC)

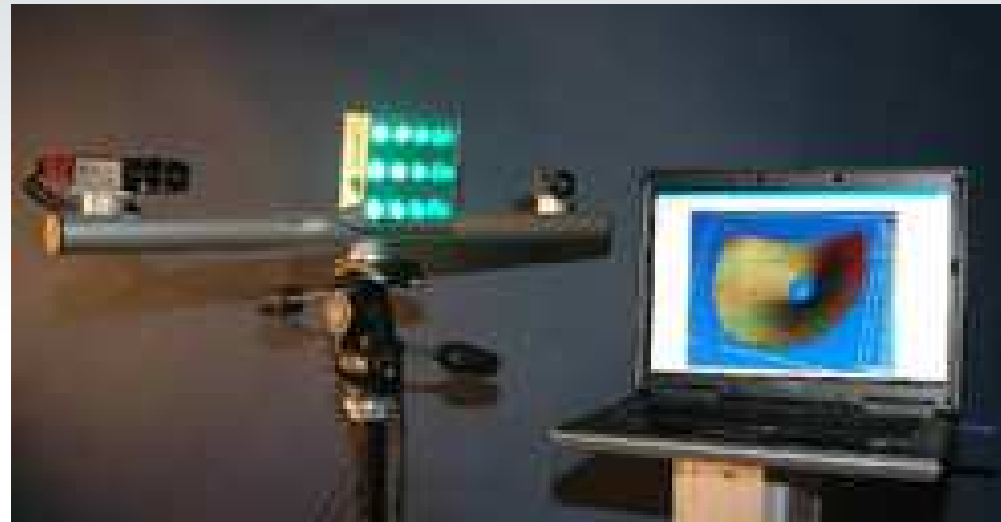
# Das 3D-ESPI System Q-300 liefert:

- 3D- Verschiebungsfelder
- Dehnungs- und Spannungsfelder
- Ganzflächige Messung
- Berührungslos
- Ohne Markierungen
- Ideal für die Untersuchung neuer Materialien



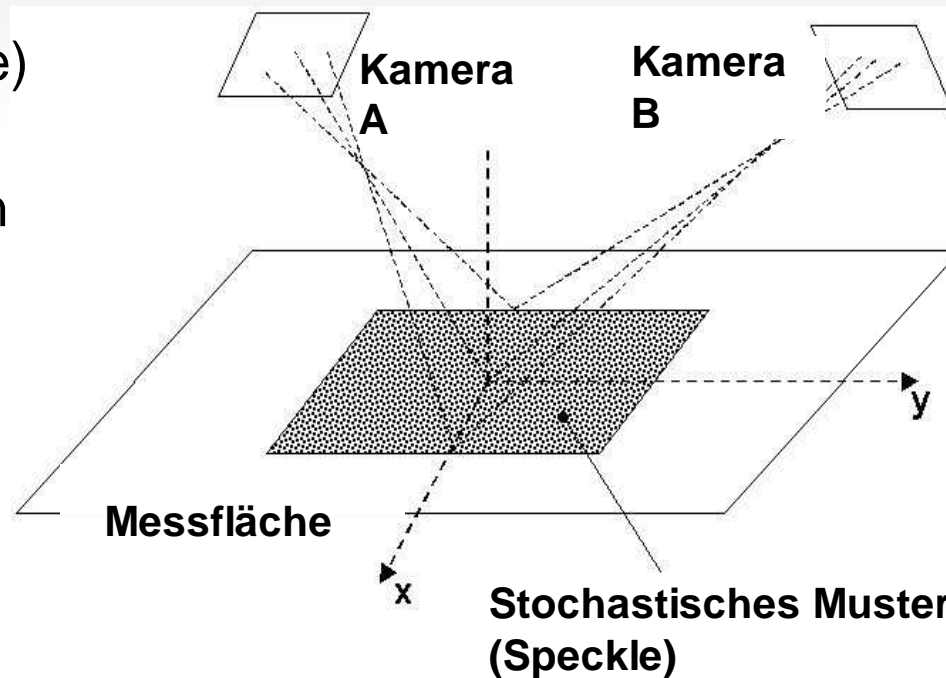
# DIC System Q-400

- Modulares Konzept
- 3D- Verformung und Konturinformation
- Dehnungsverhalten
- Ganzflächige Messung
- Berührungslose Messung
- Hohe Dehnungsraten



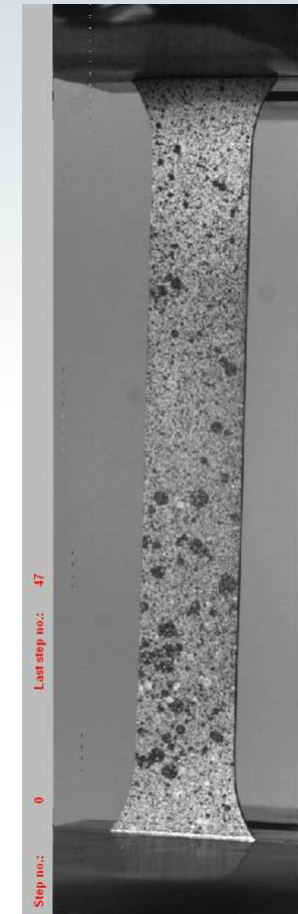
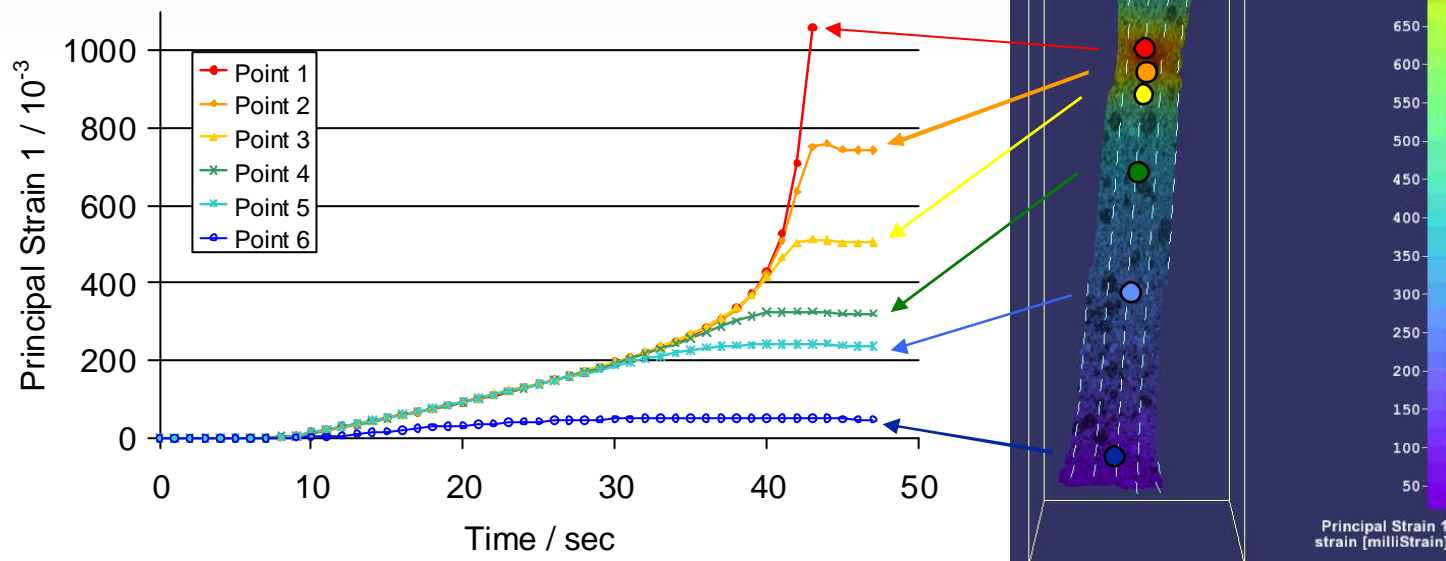
# Wie funktioniert DIC?

- Stereoskopisches Kamera system
- Präparation der Oberfläche mit stochastischem (speckle) Muster
- Mit bekannten optischen Parametern kann die Oberflächenkontur von 2 Kamerabildern rekonstruiert werden

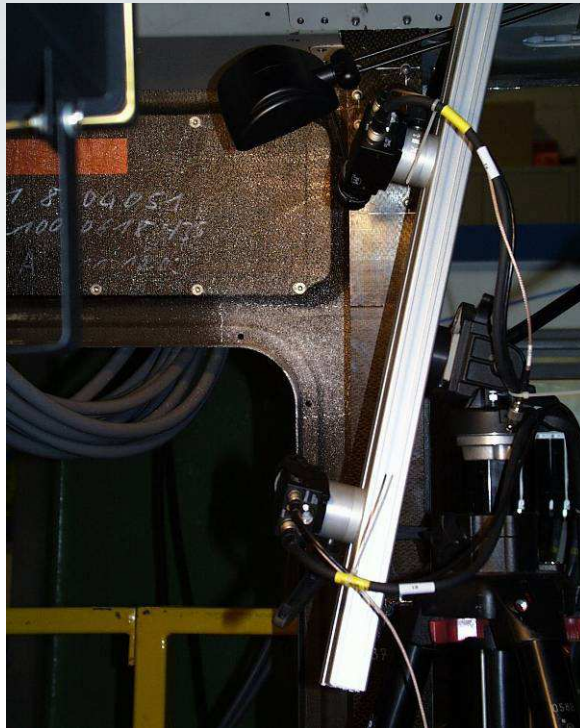


# Anwendung Materialforschung

Sämtliche Informationen über Materialeigenschaften sind durch eine einzige 3D DIC Messung zu bekommen



# Dehnungsanalyse an einer CFRP-Ecke



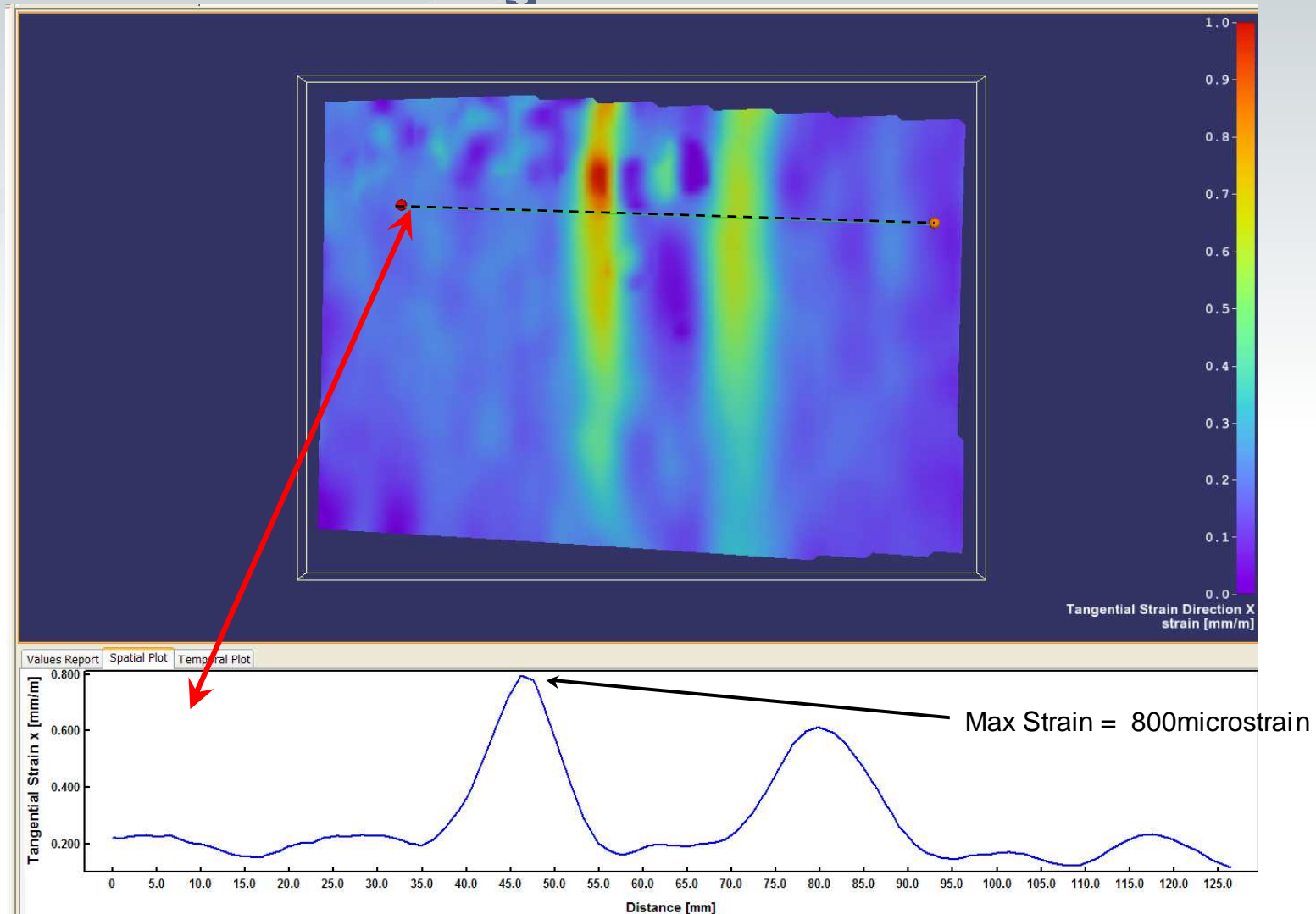
Q-400 System



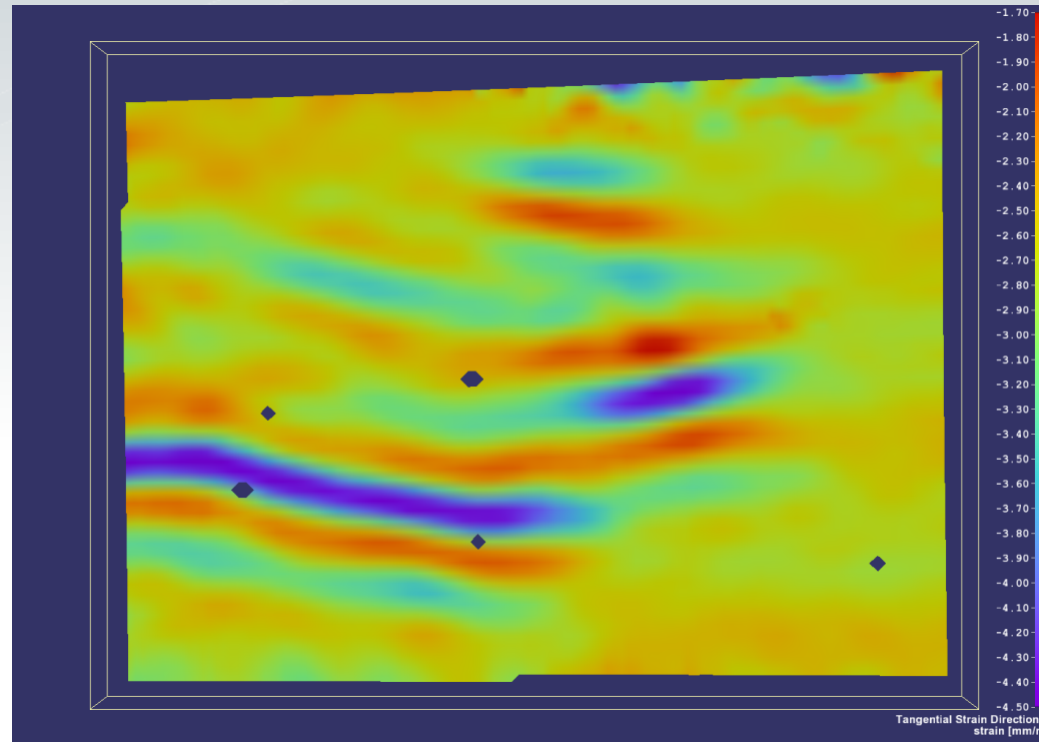
Oberflächen=  
vorbereitung



# Rotorblattmuster einer WKA: Dehnung an Wrinkles

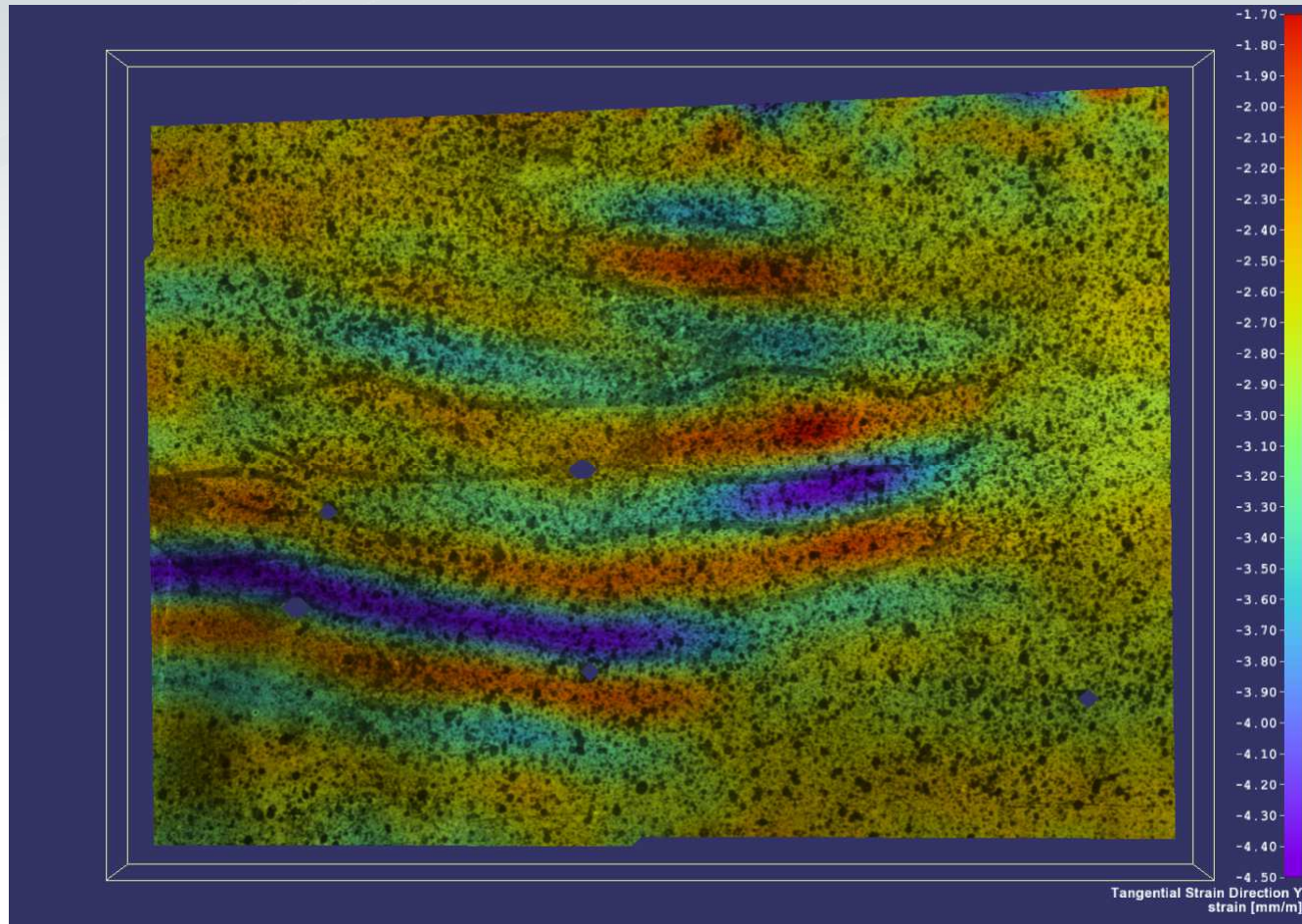


# Rotorblatt Dehnungen

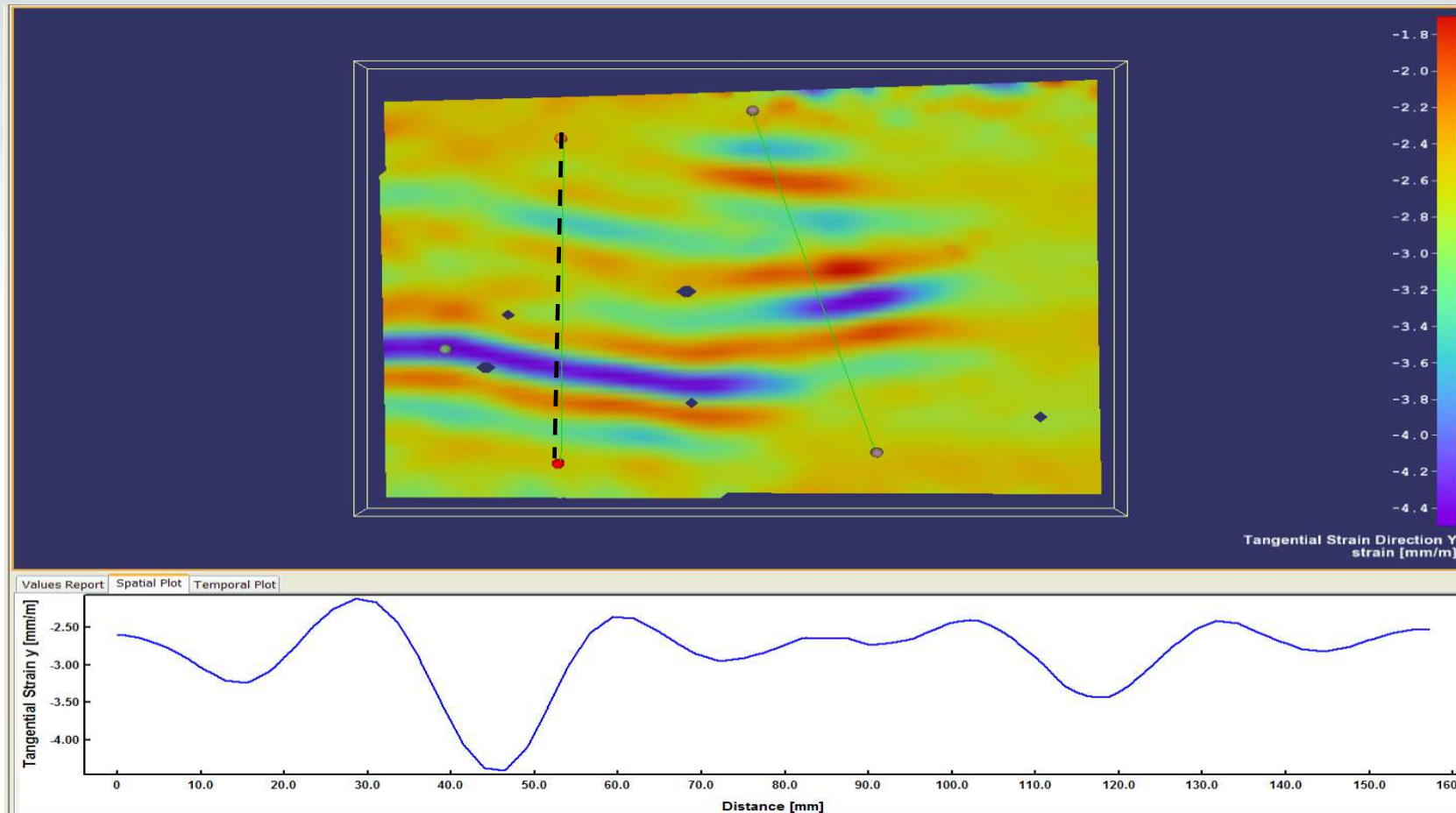


- 7500 Messpunkte (7500 DMS)
- Dehnungsgradienten werden erfasst

# Dehnungen auf Livebild

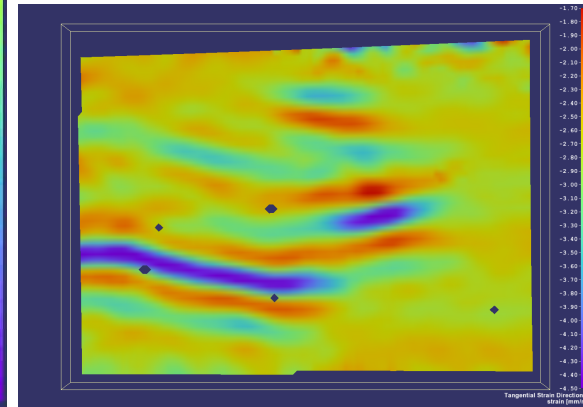
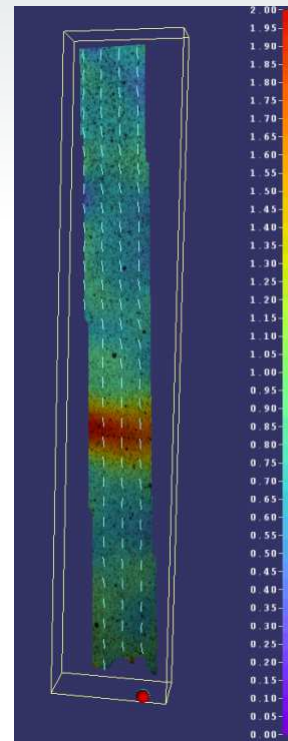
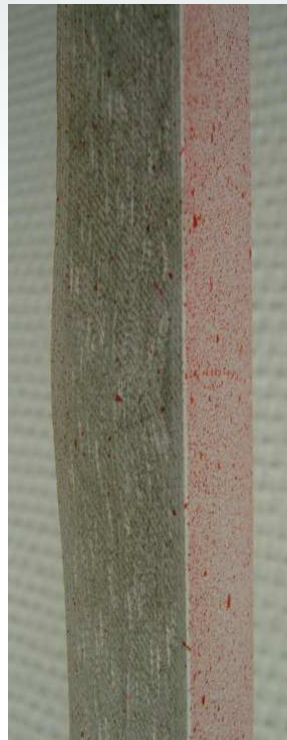
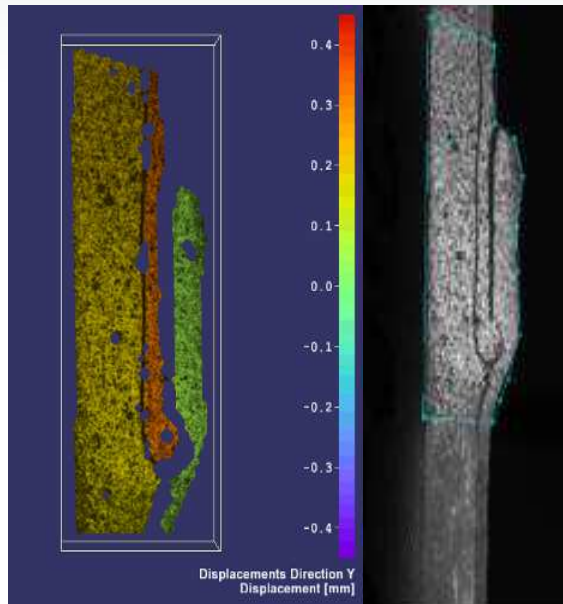


# Rotorblätter Wrinkles werden quantifizierbar



# Komponenten und Defekt Charakterisierung

- Messungen an Objekten mit verschiedenen Abmessungen (1 System)



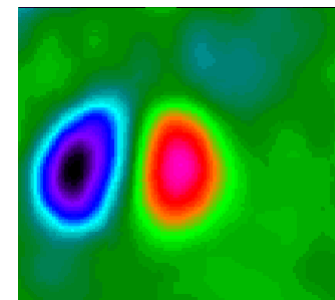
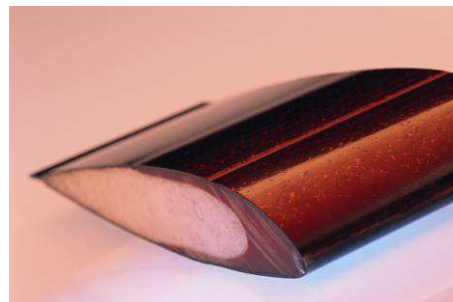
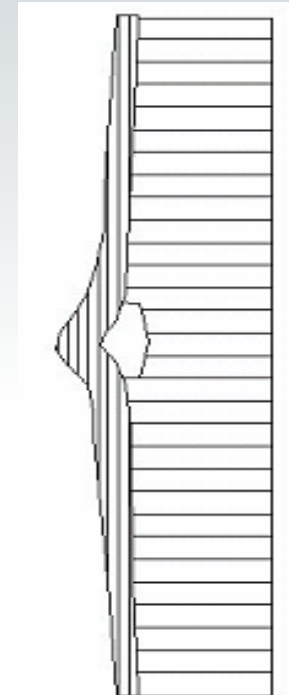
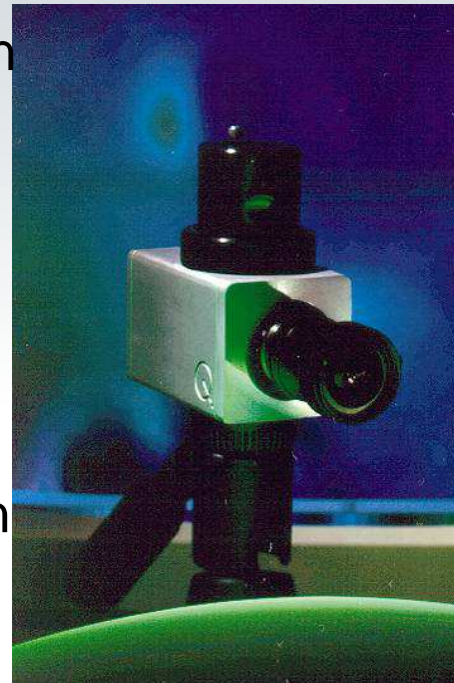
Defektcharakterisierung an Mustern und Originalteilen

# Zusammenfassung DIC

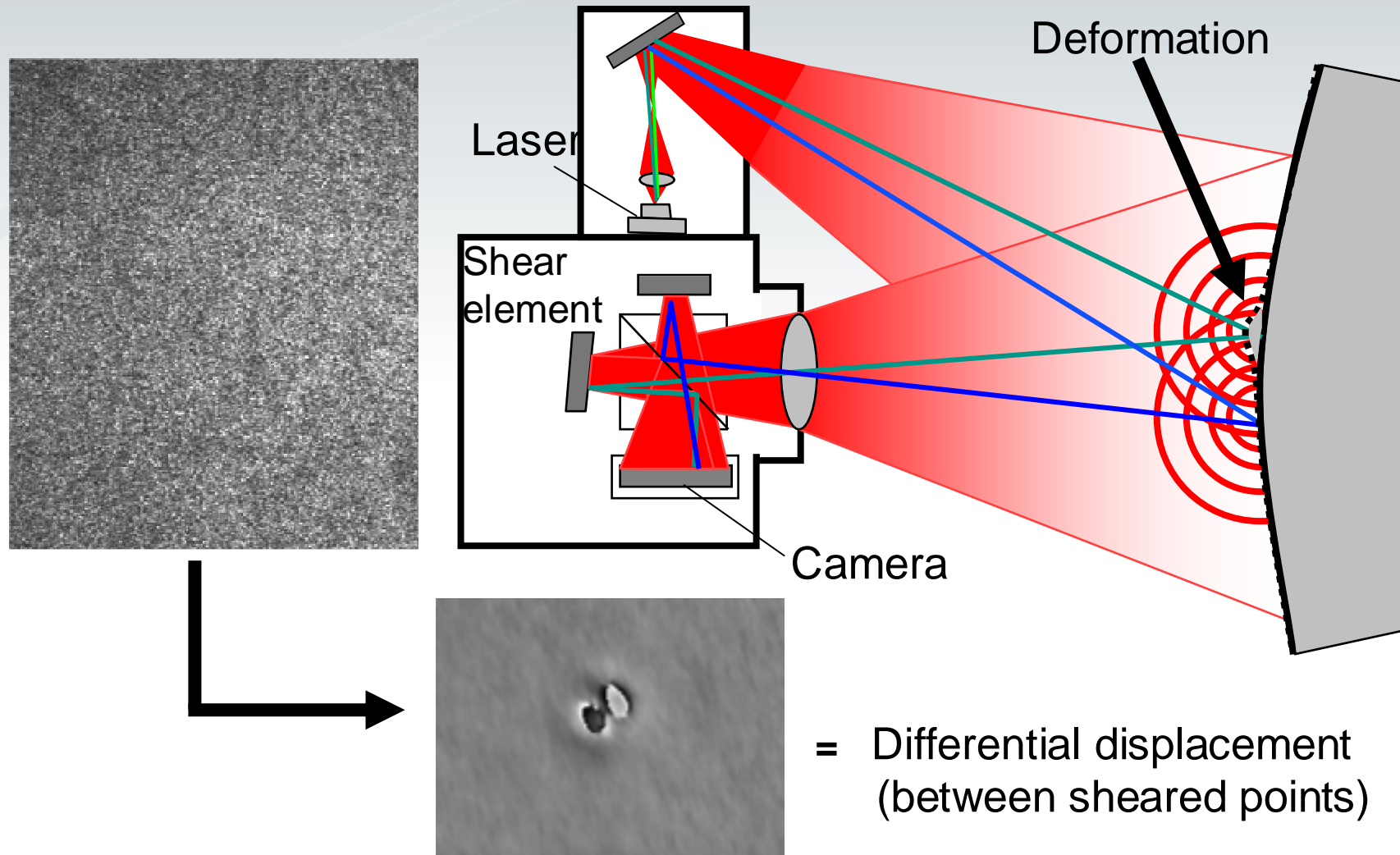
- Digitale Bildkorrelation ist eine robuste und flexible Technik für ganzflächige, berührungslose 3D Verformungs- und Dehnungs- analyse
- Optischer Aufbau ist flexibel (Bildfeld, Abstand)
- Ergebnisse: Kontur, Verschiebung und Dehnungsinformation
- Technik auf fast jedem Material und Form einsetzbar
- Hochgeschwindigkeitsmessungen möglich (Q-450)
- Investigation komplexer Verformungsverhalten mit hoher dynamischer Auflösung

# 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 Shearographiesystem kann diese sehr kleinen Verformungen detektieren
- Ganzflächig, berührungslos



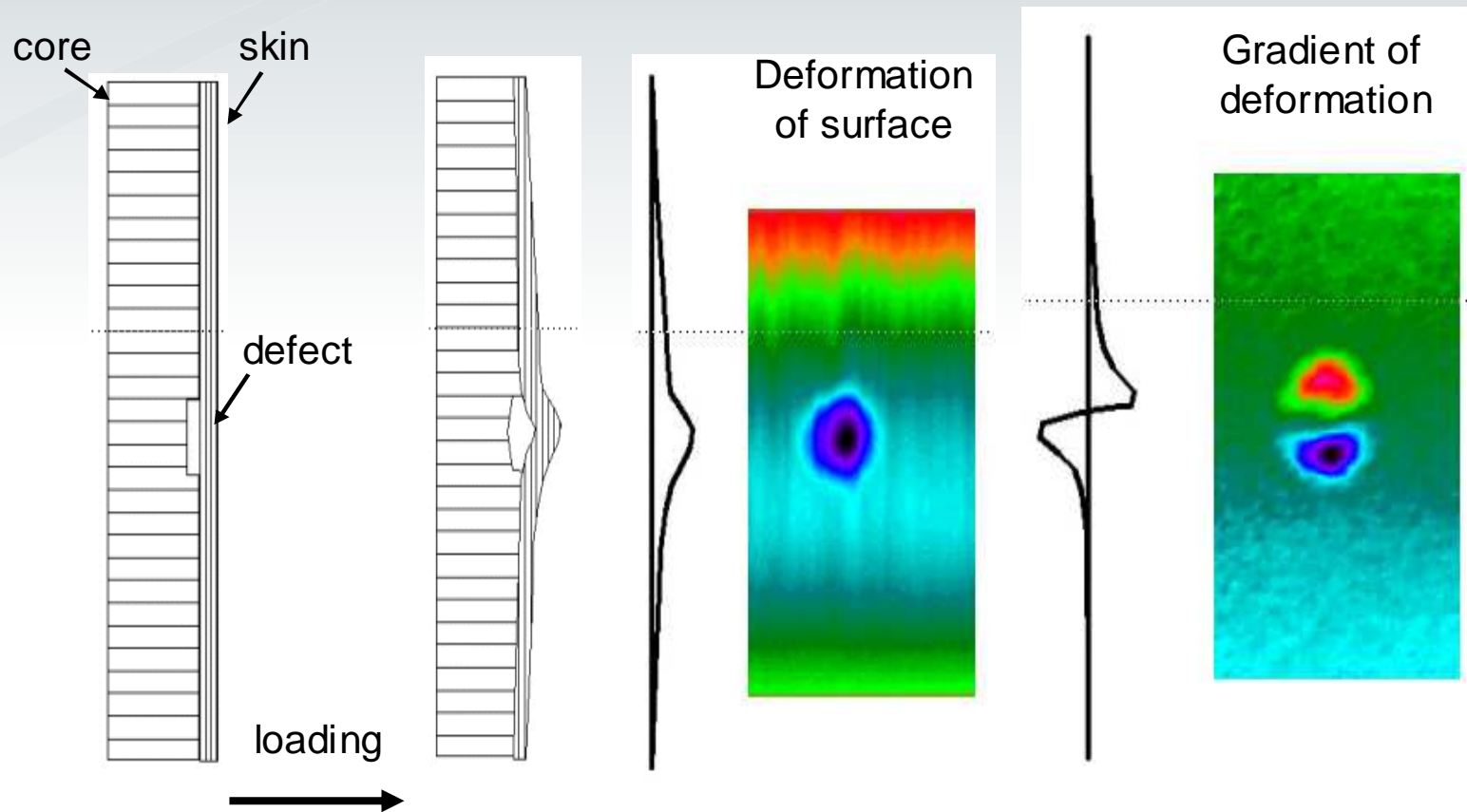
# Prinzip der Shearografiemessung



= Differential displacement  
(between sheared points)



# Typische Ergebnisse



# Detektierbare Fehler mit Shearografie

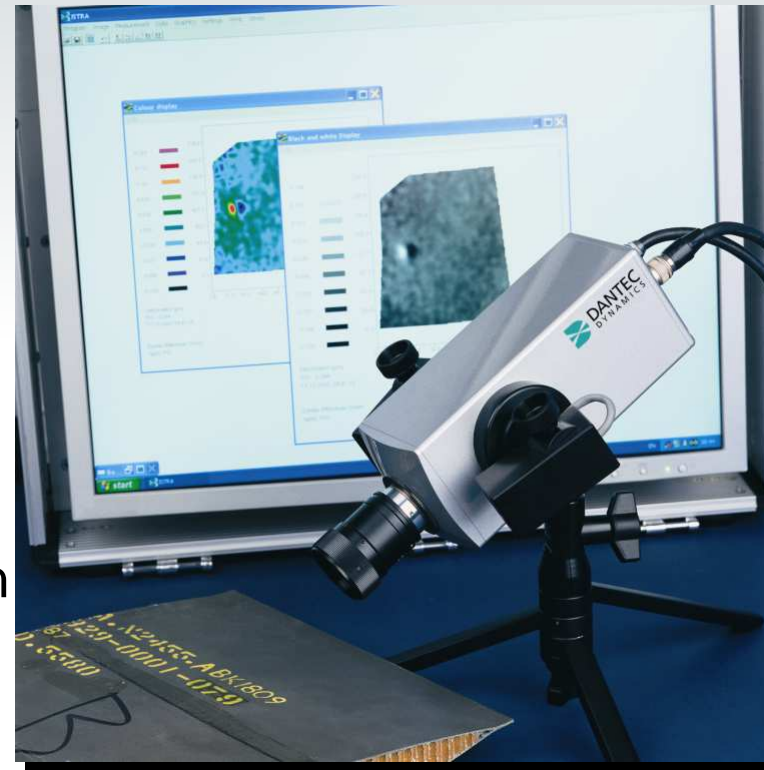
- Delamination
- Klebefehler
- Trennung struktureller Komponenten
- Undulation/waving/wrinkling
- Kissing bonds
- Impactschäden ( BVID )
- Strukturanomalien
- Inter-laminare Separationen
- Crushed Core, im Unterschied zu Klebefehlern
- Interne Korrosion
- Änderungen in Schichten und Kernrisse / bulkheads



# Standard Q-800 System

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

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



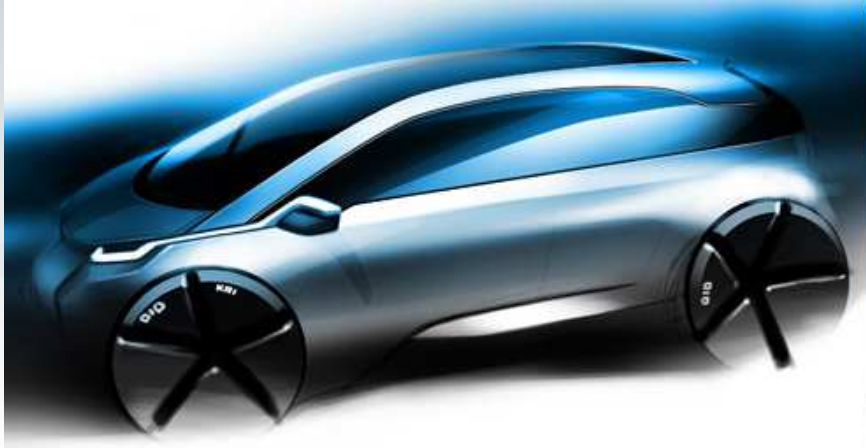
# Q-810 Vakuumbaue

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

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



# Automotive Sandwich Panel Testing



# Anwendungsbeispiel Vakuumhaube



Shearography Inspection on AWACS



# Mobile Shearografie am Flugzeug



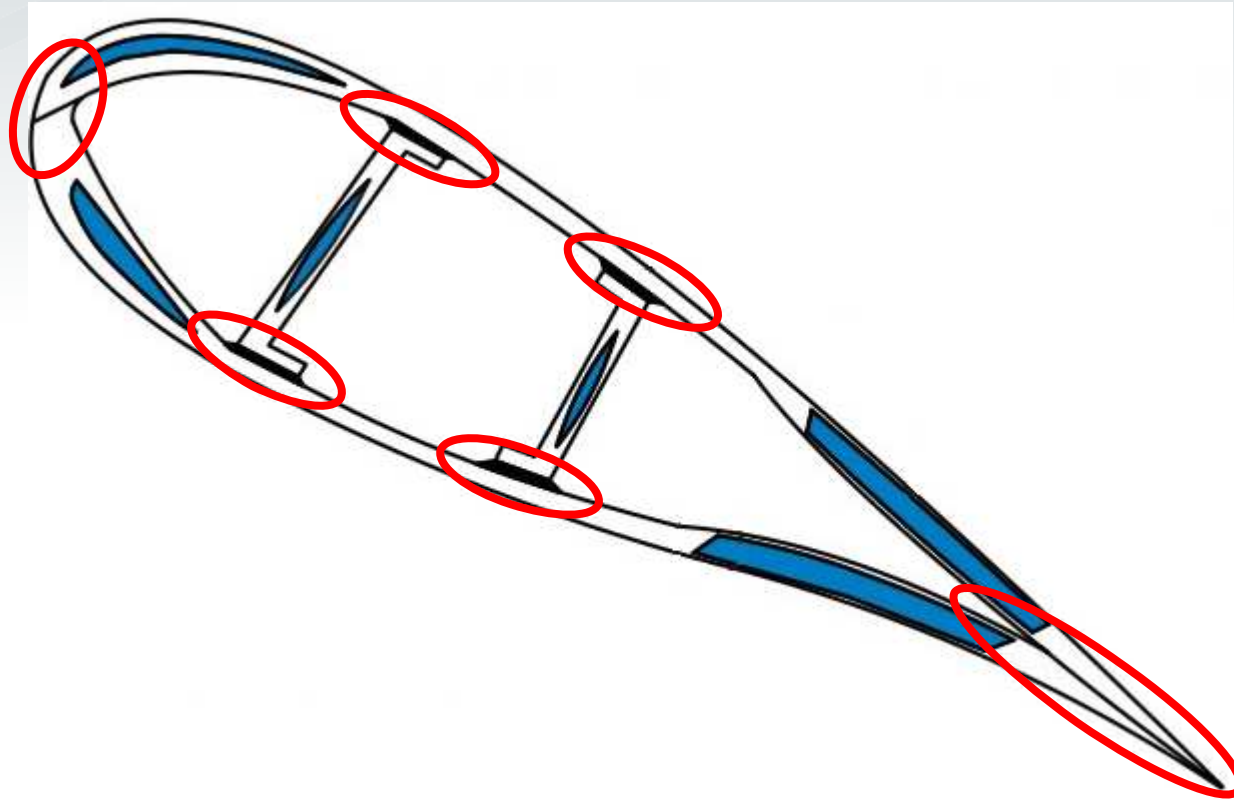
# Warum Shearografie für Windkraft

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

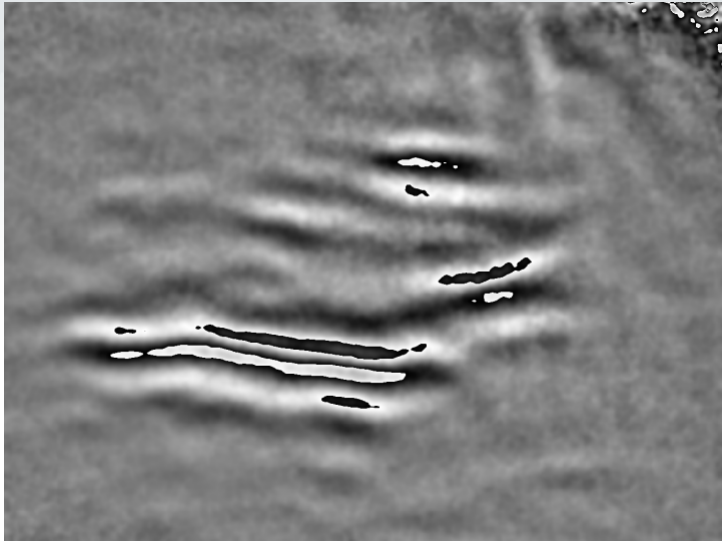




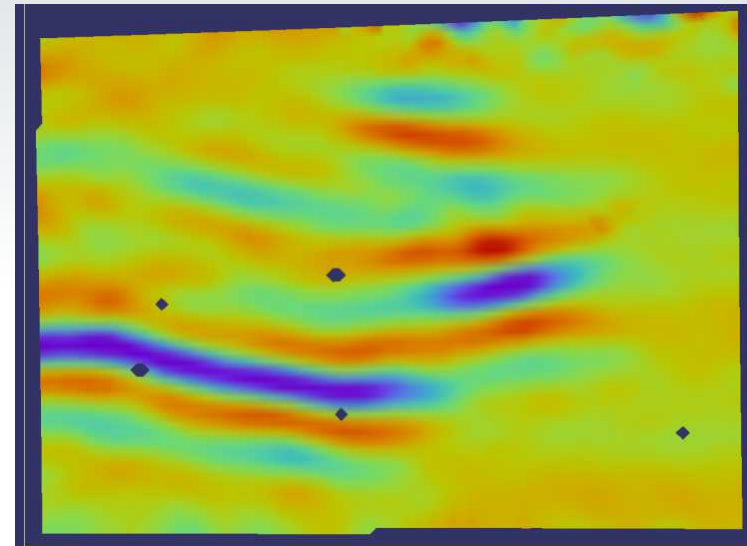
# Kritische Stellen am Rotorblatt



# Korrelierung von Techniken - Wrinkles



Ergebnis: Shearografie  
“Qualitativ”



Ergebnis: Digitale Bildkorrelation  
“Quantitativ”  
i.O./ n.i.O. Kriterium

# Prüfung von Rotorblättern



# Risse/ Wrinkles

- Sichtbare Risse im Gelcoat



- Wrinkles liefen über 4 m durch das Rotorblatt



# Shearographie auf Rotorblättern

Schnelle Inspektion  
Für große Flächen

In-situ Inspektions  
Systeme

Wrinkling Detektion

Zertifizierung nach  
ZfP standards  
seit 2008



# Automatisches Robotersystem

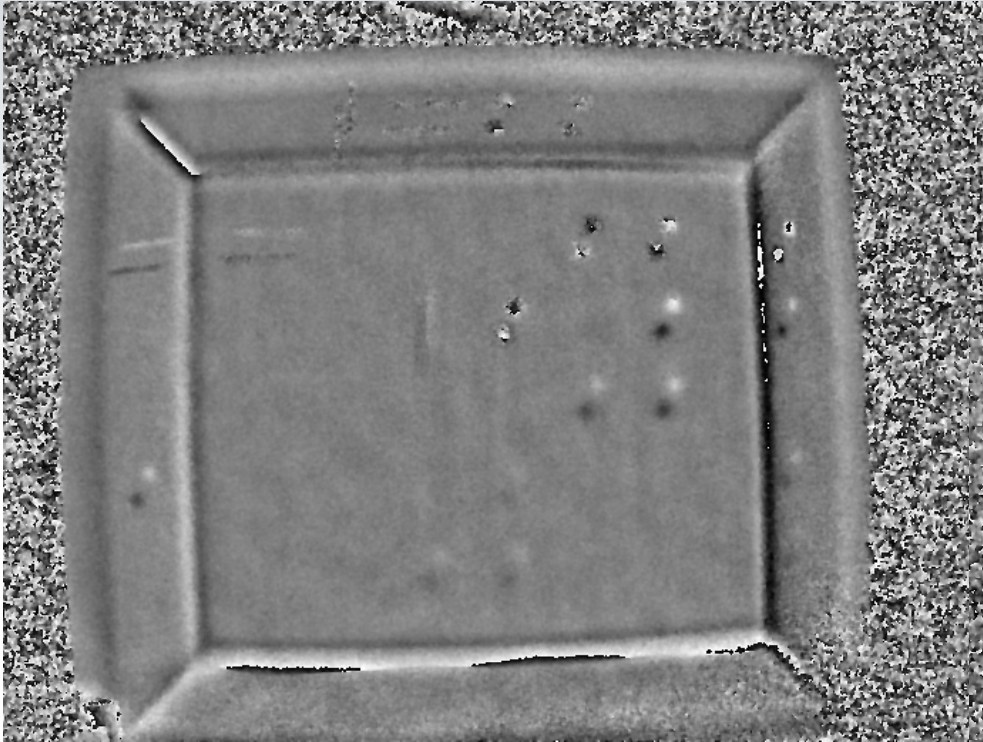


- Roboterinstallation, Schaltzentrale und neuer Messkopf
- Kombination von thermischer und Unterdruckbelastung

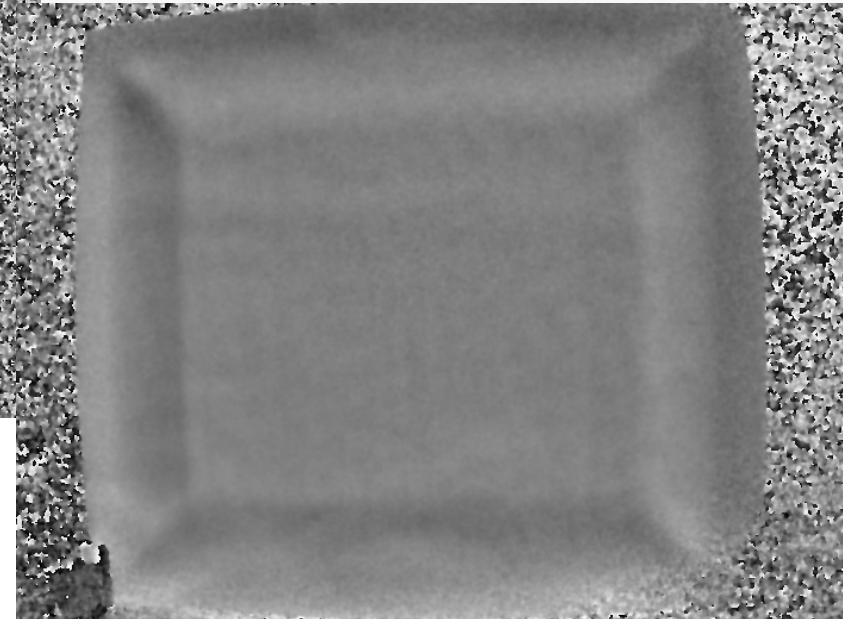




# Ergebnisse



Teil mit  
Fehlern



Teil ohne Fehler





Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

[eberhard.moser@dantecdynamics.com](mailto:eberhard.moser@dantecdynamics.com)

[www.dantecdynamics.com](http://www.dantecdynamics.com)