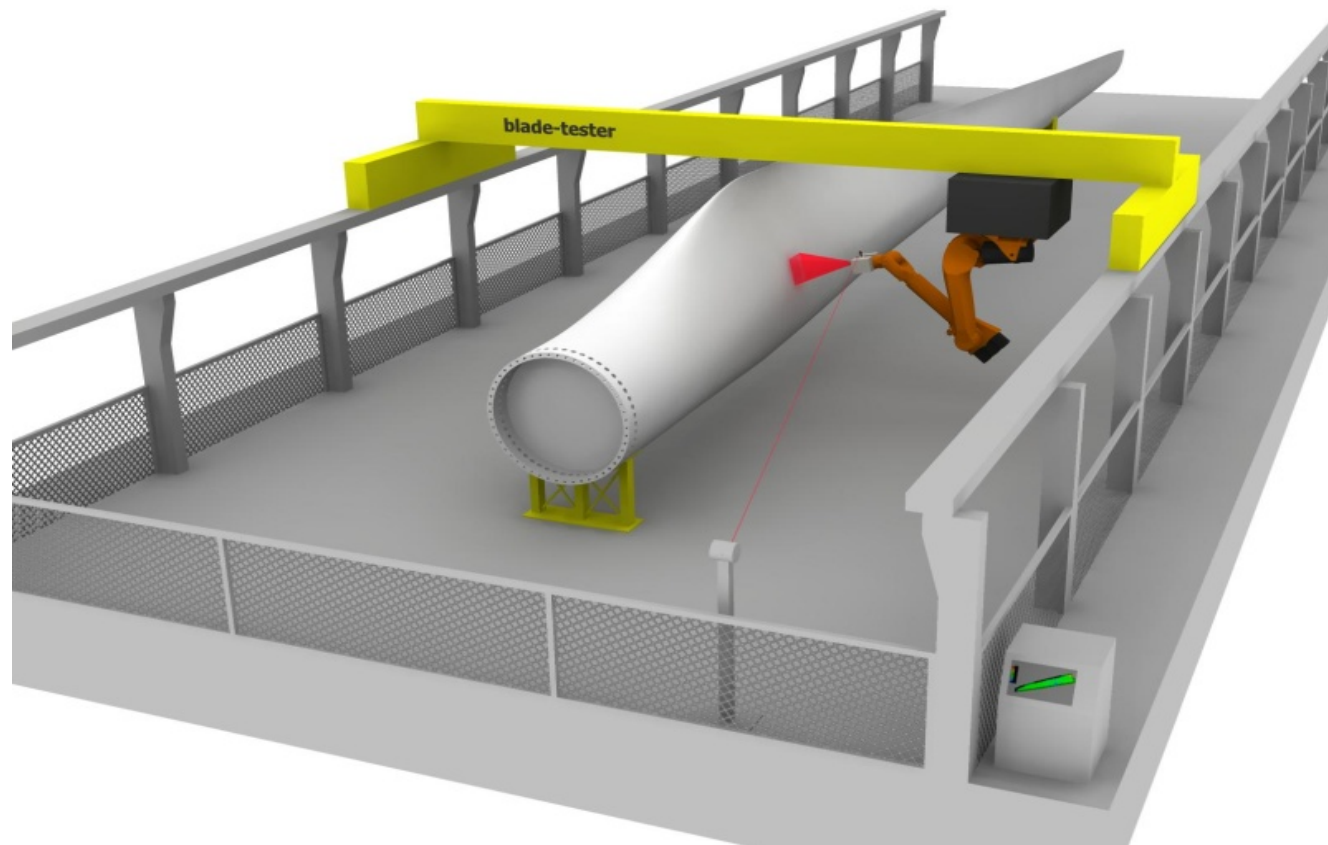


Das Rotorblatt – Verfahren für serienmäßige Integritätsprüfung und Fehlerdetektion



Gefördert durch:

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheitaufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

„Automatisiertes Verfahren für serienmäßige Integritätsprüfung von Rotorblättern und Bereitstellung von Rotorblatt-Tunern“

Ziele:

- kostengünstige und serienmäßige Integritätsprüfungen
- automatisierte Erfassung von Fertigungsfehlern und ihre Lokalisierung
- Auswertung hinsichtlich der Auswirkungen auf die Rotorblatt-Integrität
- statistische Erfassung von Fertigungsfehlern und Qualitätsmanagement

Vorgehensweise:

- Intelligente zerstörungsfreie Prüfverfahren (i-ZfP)
- Verifiziertes Computermode
- Beliebige Lagerung der Rotorblätter, keine aufwändige Einspannvorrichtung
- Spezielle Testkörper – Rotorblätter-Tuner - mit eingebauten Fertigungsfehlern
- Prüfstand am Produktionsort, keine Transportkosten für die Prüfung
- Prüfungstempo = Produktionstempo

Verbundpartner



Technische Universität Berlin, Verbundkoordinator

BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung



Steinbichler Optotechnik GmbH



Partner

SINOI GmbH, Rotorblatthersteller



Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik



Automated Precision Europe GmbH



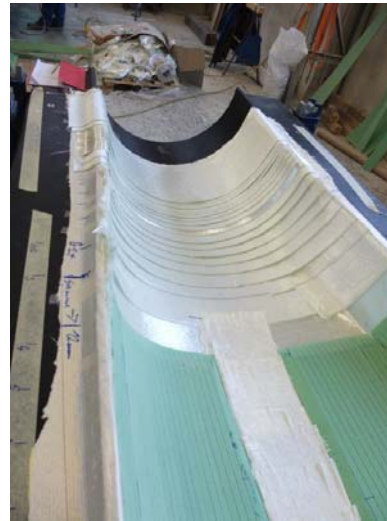
WindNovation Engineering Solutions GmbH

DEWI-OCC Offshore and Certification Center GmbH

Ingenieurbüro
Werkhausen

Ingenieurbüro Werkhausen

Design: WindNovation / Herstellung: SINOI

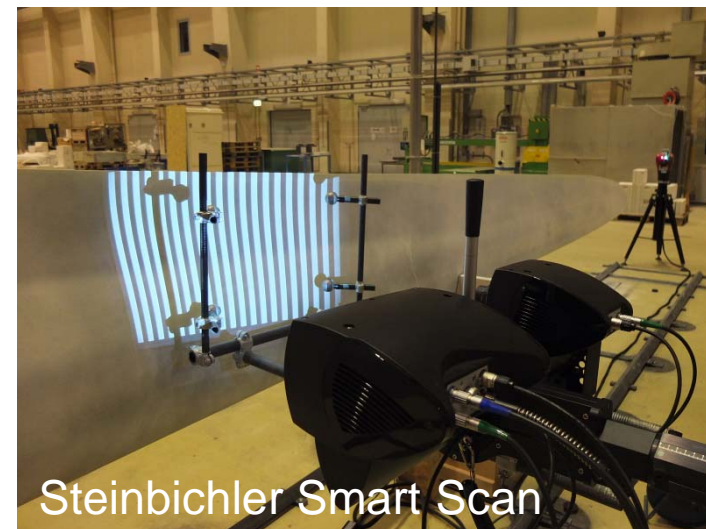
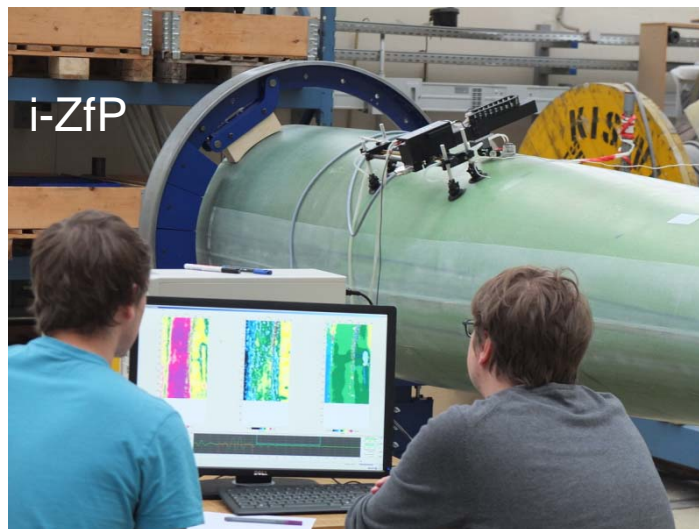
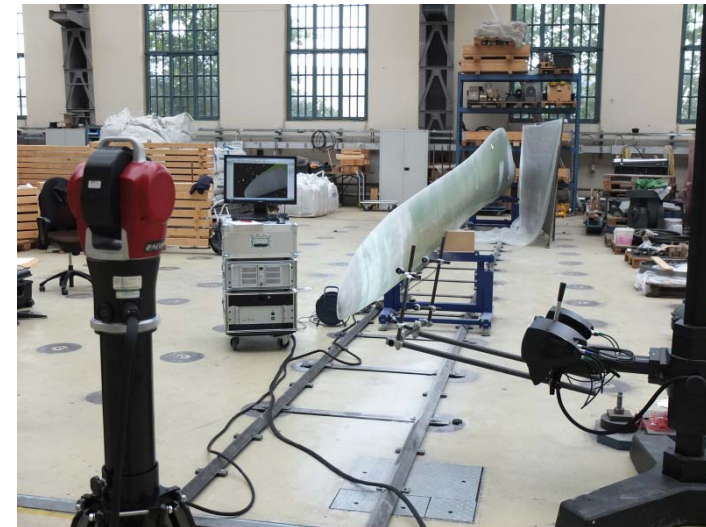


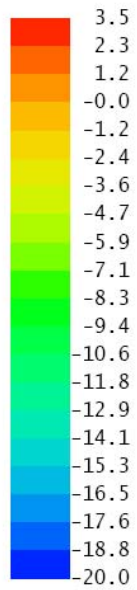
Insgesamt 5 RB mit eingebauten Fertigungsfehlern: Probekörper für neue Verfahren

Drehvorrichtung und Schienensystem



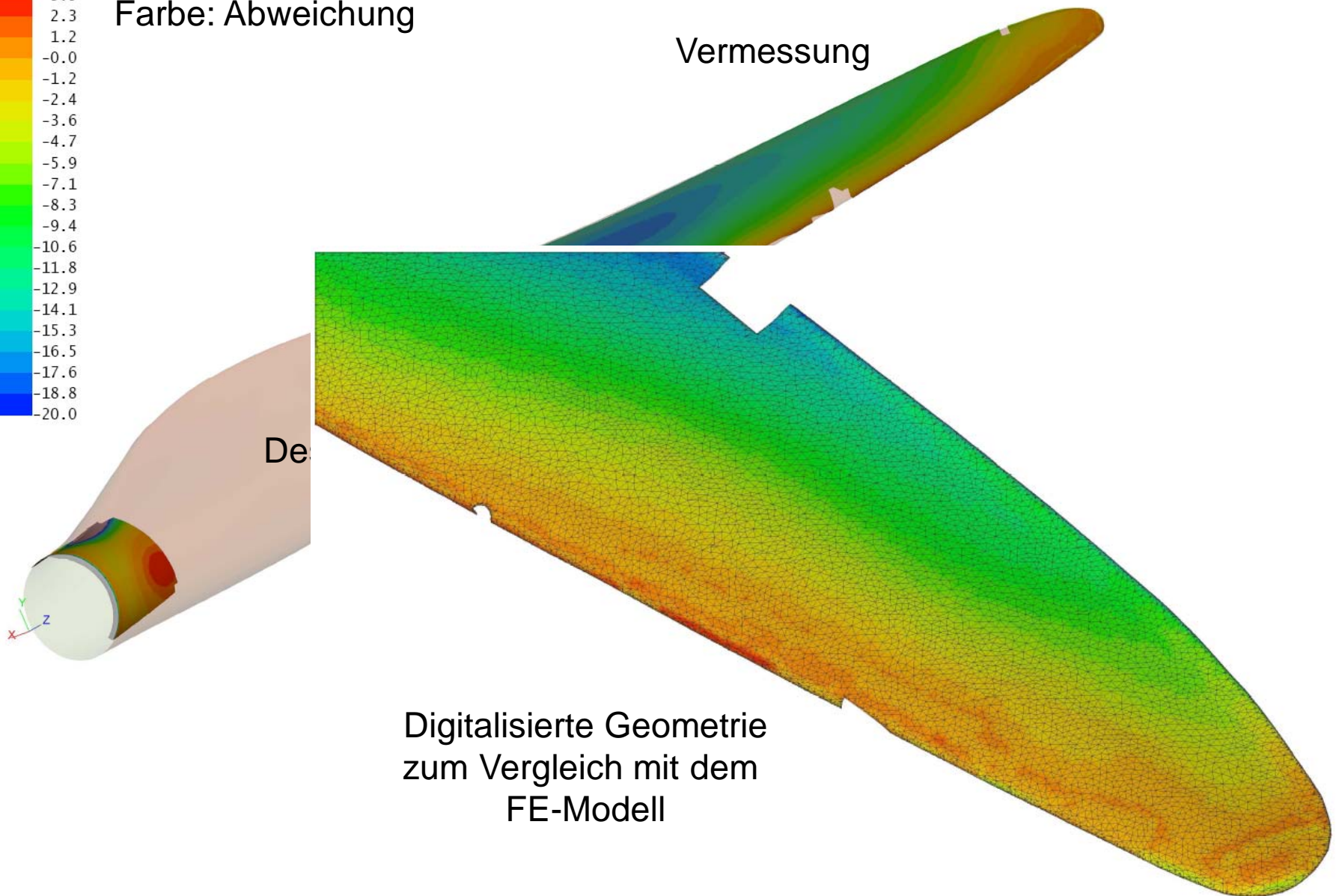
3D-Geometrie-Vermessungssystem



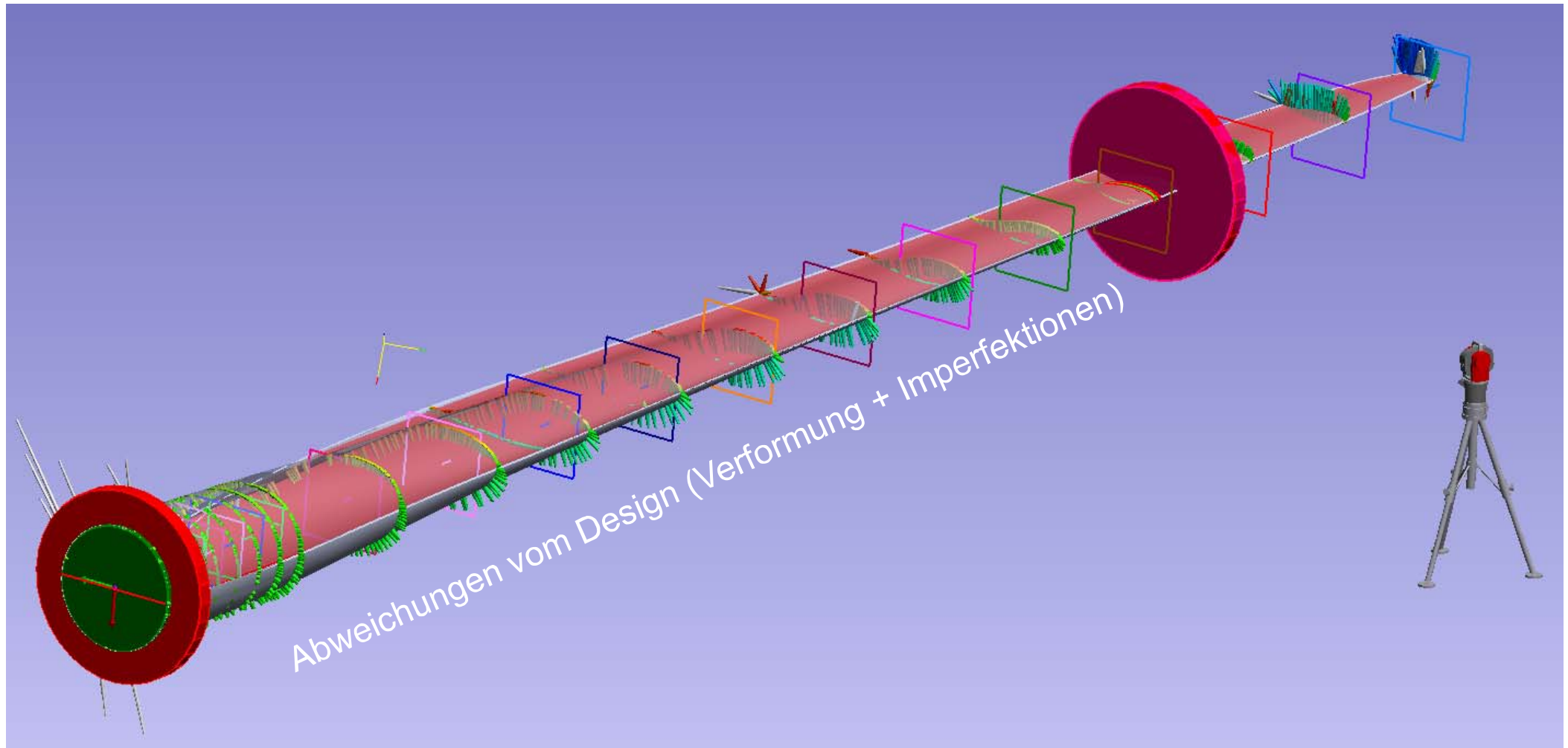


Farbe: Abweichung

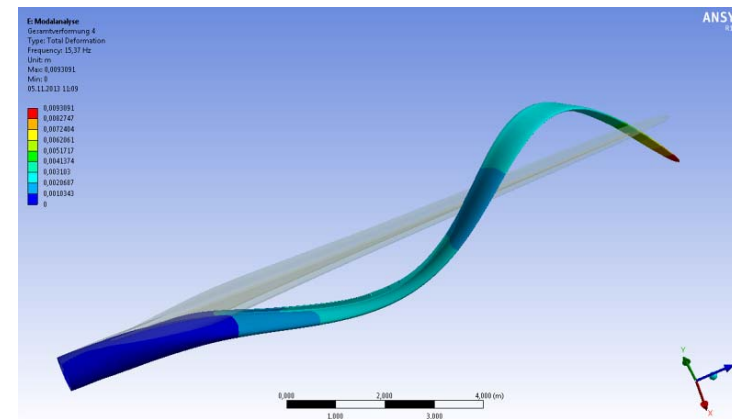
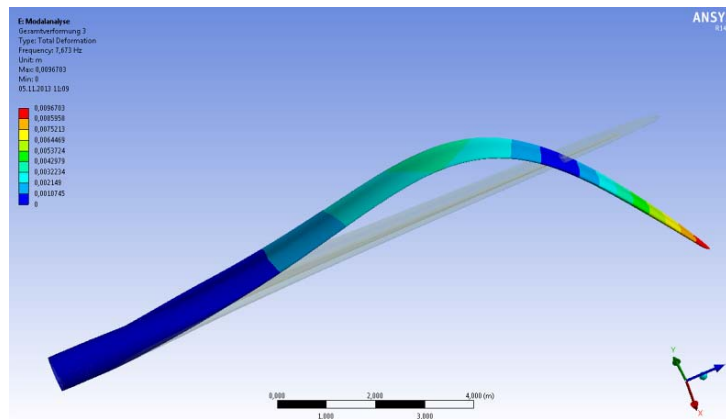
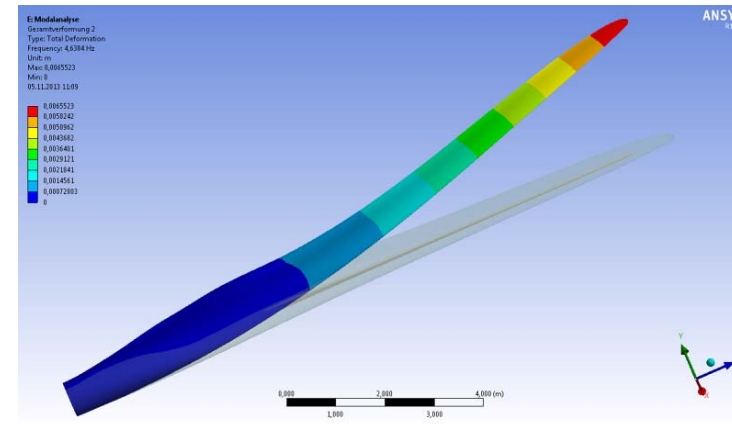
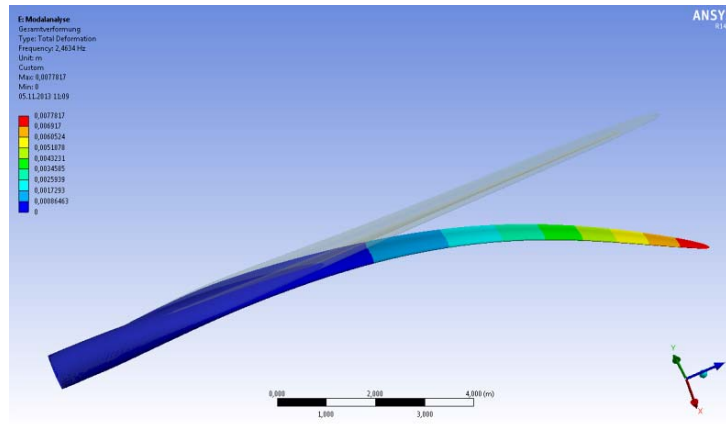
Vermessung



Digitalisierte Geometrie
zum Vergleich mit dem
FE-Modell



Imperfektionen (Fehler) = digitalisierte Geometrie – Verformung (FEM)



- RB-Design und FE-Modell: WindNovation GmbH
- Berechnung von Eigenlastfällen bei verschiedenen Lagerungsarten
- Export von deformierten Geometrien für den Vergleich mit 3D-Vermessung
- Export von Dehnungsinformationen zum Vergleich mit Dehnungsmessungen
- Berechnung von Eigenfrequenzen zum Vergleich mit dem Design und der Messung

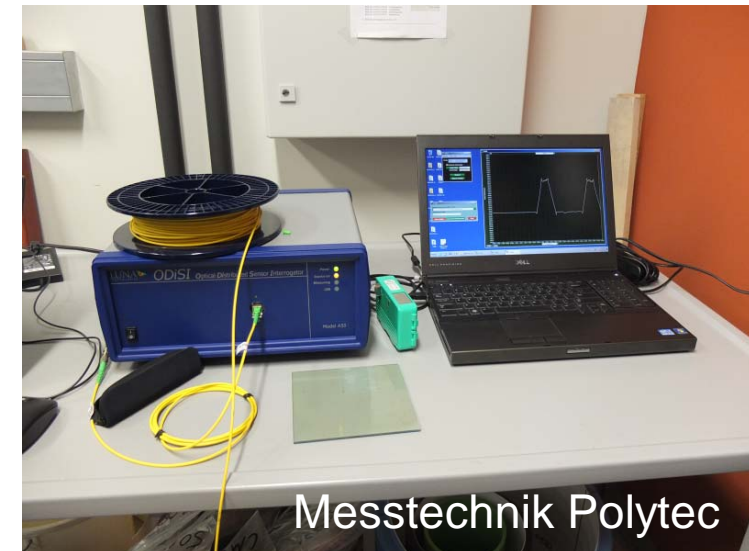
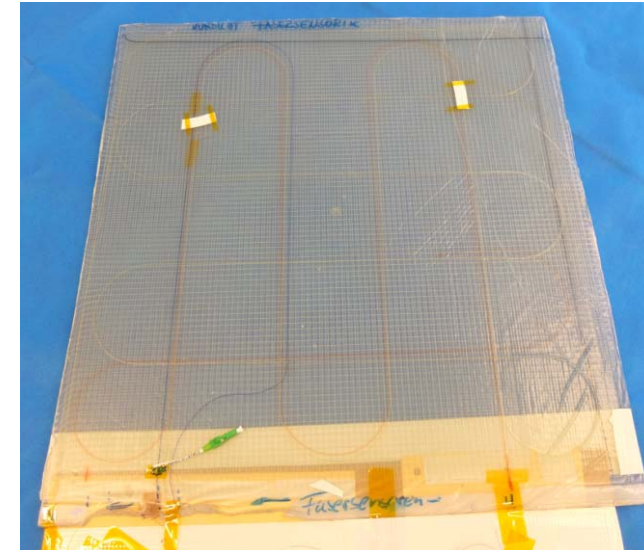
Einbau der Sensoren



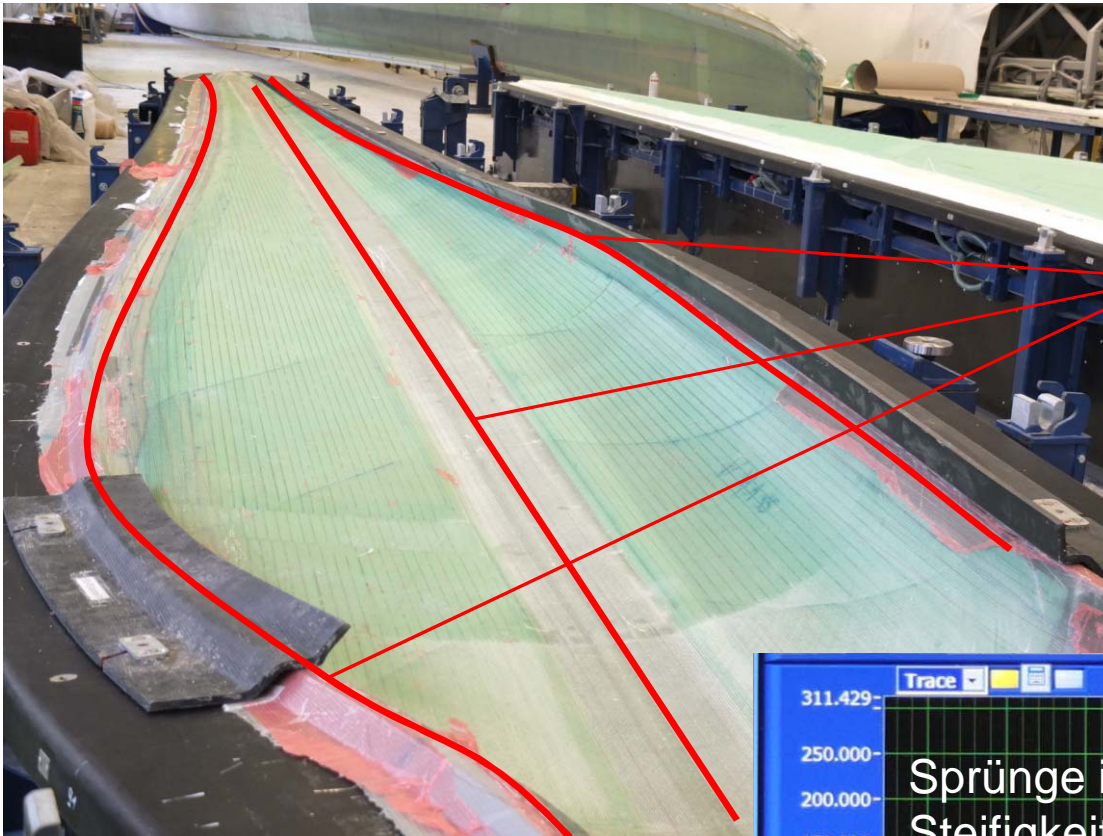
durch Aufkleben per Hand
Infusieren aufgestickt auf Gelege



Testplatte mit FOS



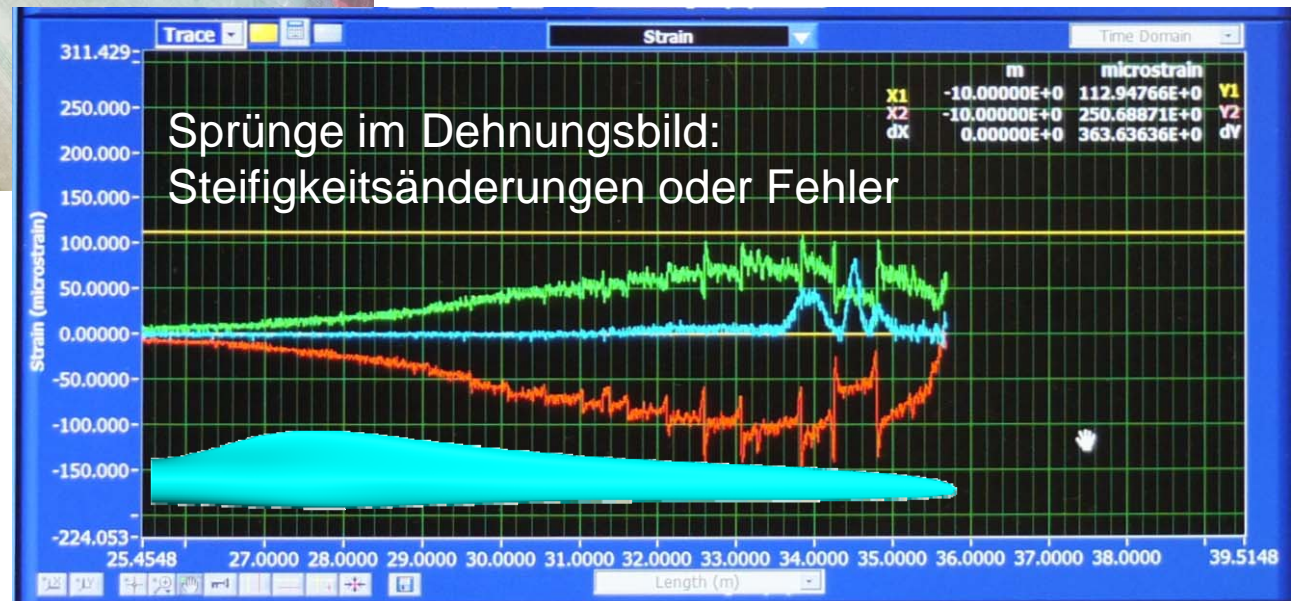
Messtechnik Polytec

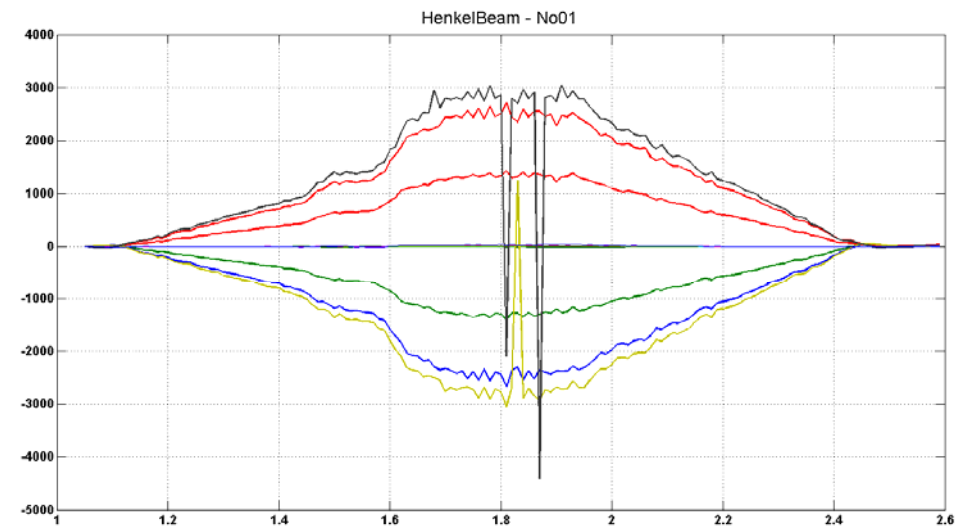
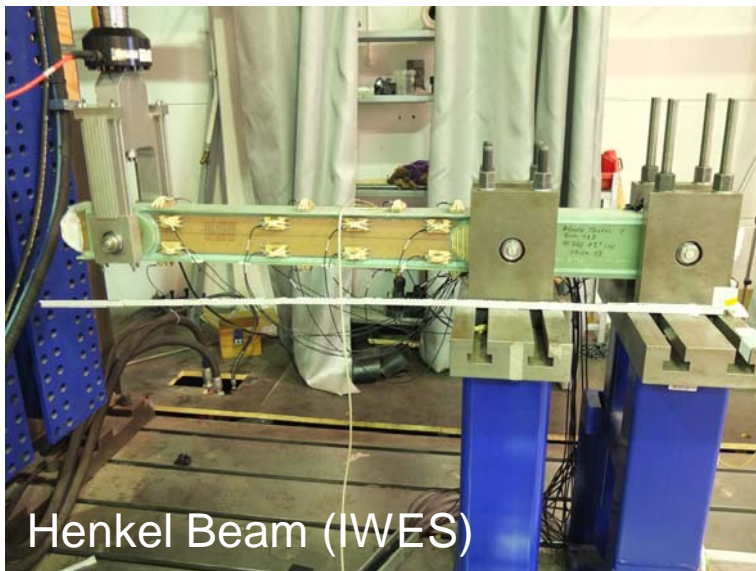
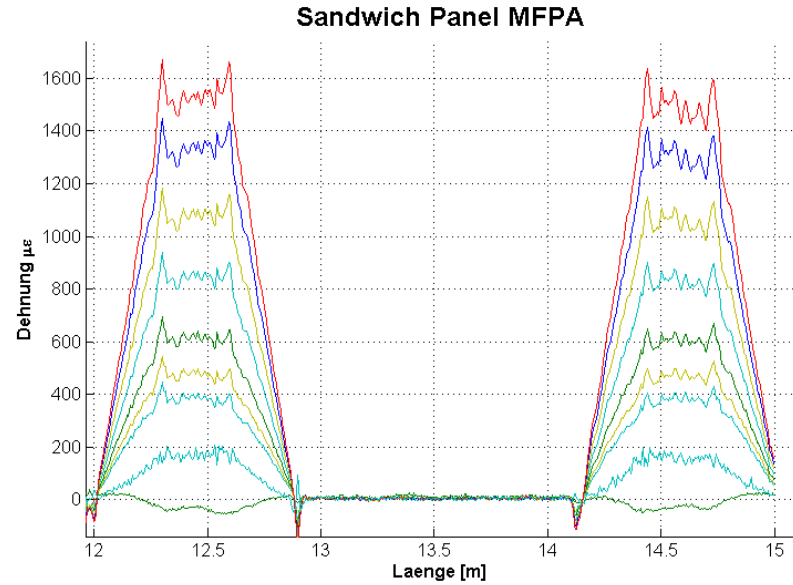
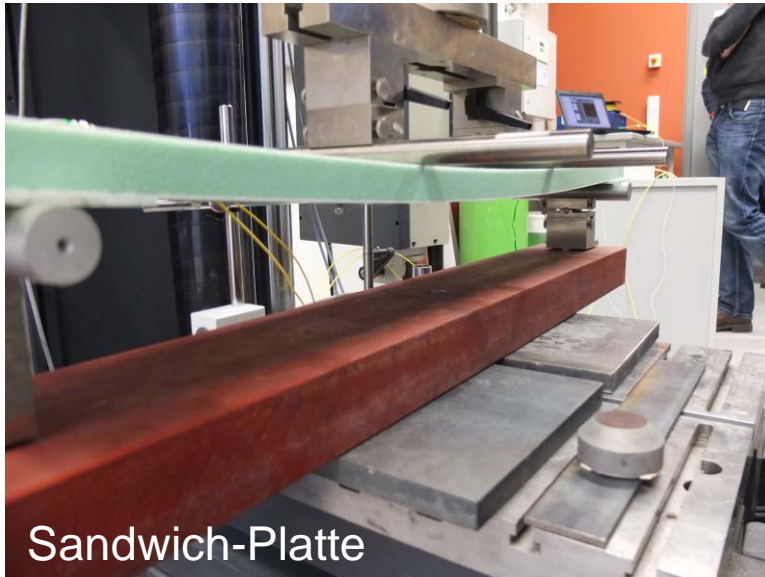


Sensorpositionen:

- Vorder- und Hinterkante,
- beide Gurte im Bereich der Stegverklebung

Dehnung in der Sensorfaser bei Biegebelastung und 2-Punkt-Lagerung (grün, rot) und Erwärmung (blau)

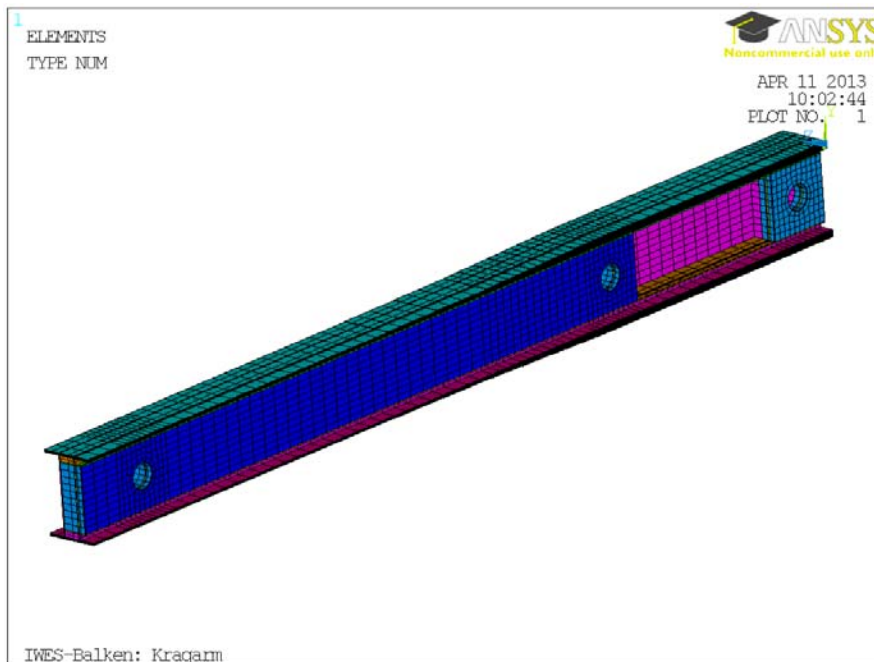




Ermüdungsversuche

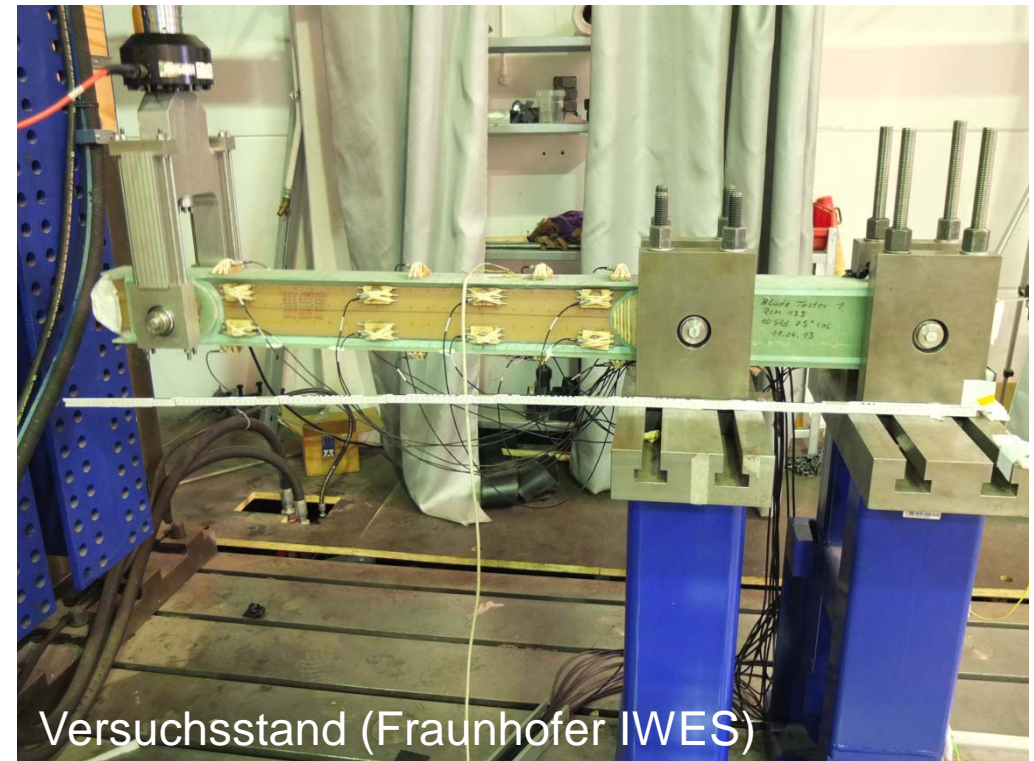
- Modellvalidierung (FEM)
- Fokus auf Verklebung
- Prognose: „effects of defects“

FE-Modell des Balkens



Probekörper „Henkel Beam“

- Versagensmechanismen
- Fertigungsfehler in der Klebenaut





- Anwendung auf dem gesamten Bauteil
- Hauptaugenmerk auf Tragstruktur
 - Wurzelbereich
 - Gurte
 - Klebeschicht
 - Sandwichbereich
- zeitliche Begrenzung
- Kostenrahmen
- Detektierbarkeit

Ziel: Systematische Analyse und Erprobung von ZfP-Techniken

Elektromagnetische Prüfverfahren (Strahlung):

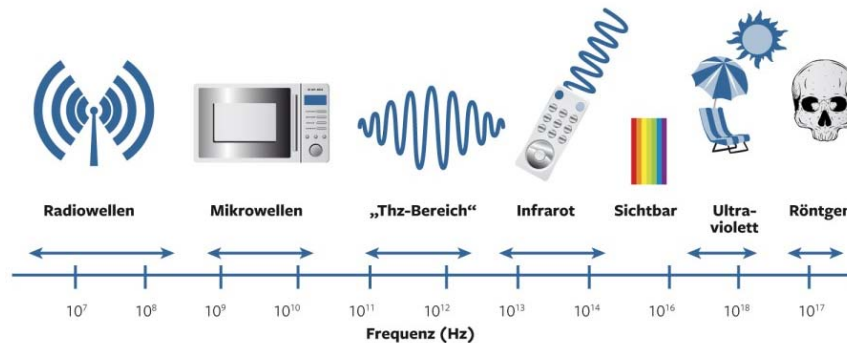


Abb.: Übersicht über das EM-Spektrum

Mechanische Prüfverfahren

- Ultraschall
- Shearografie
- Wellenausbreitung (guided waves)

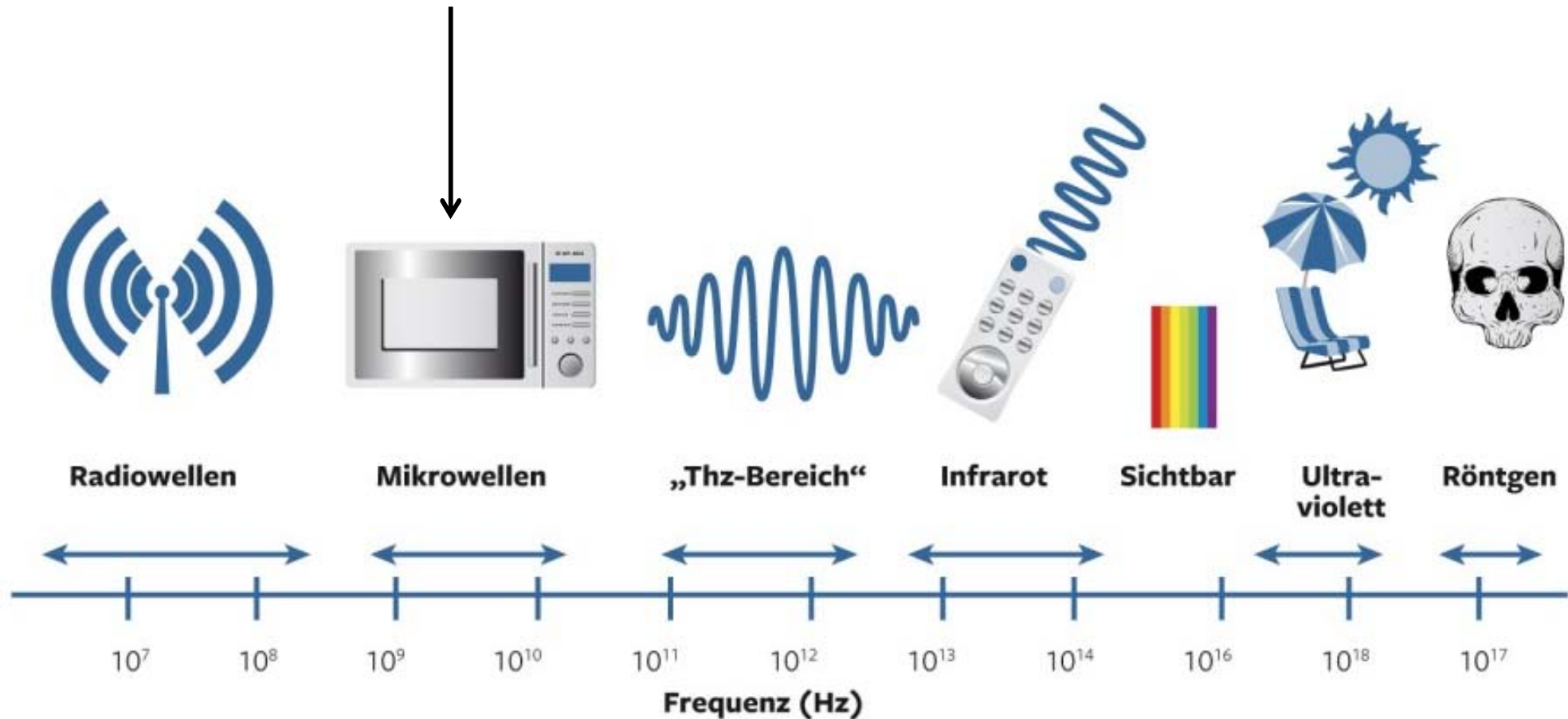
Generelle Beschränkung: Zugänglichkeit nur von der Außenseite gegeben!

Zweistufige Vorgehensweise:

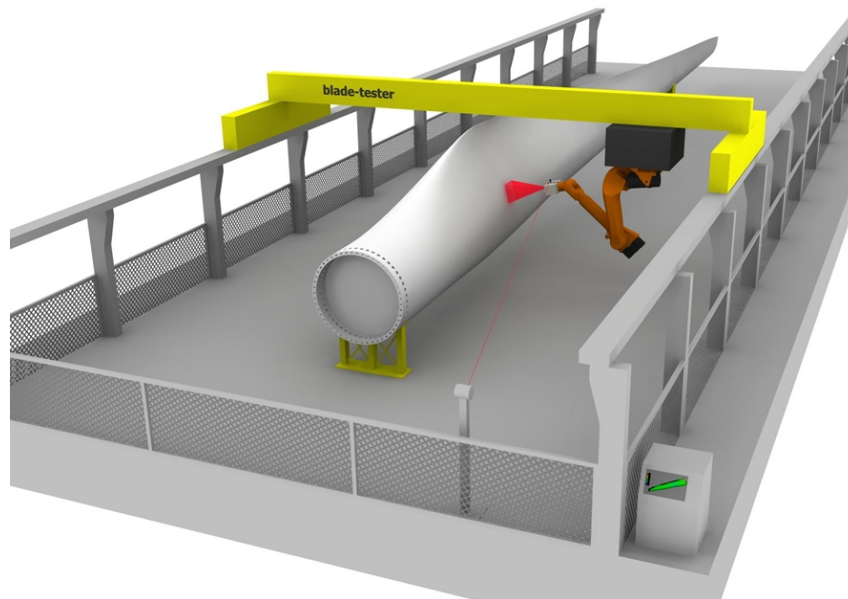
- Erprobung Leistungsfähigkeit der Testverfahren an handlichen Probekörpern,
- Anwendung an den Rotorblatt-Tunern



- Dielektrische Eigenschaften können bei der Durchstrahlung ausgenutzt werden
- Auflösungsvermögen \sim Wellenlänge
- Reflexion, Brechung, Dämpfung, (Laufzeit) sind auswertbare Parameter



Danke für Ihre Aufmerksamkeit



Prof. Dr.-Ing. Y. Petryna
 Technische Universität Berlin
 Fachgebiet Statik und Dynamik
 Sekr. TIB1-B5
 Gustav-Meyer-Allee 25,
 13355 Berlin
 Tel. 030 314-72320
 Fax 030 314-72321
 E-Mail: statik@tu-berlin.de
 Internet: www.statik.tu-berlin.de
www.bladetester.de