

# OLYMPUS



Your Vision, Our Future

## Ultraschallprüfung moderner Industriewerkstoffe

April 2010 Ulrich Bücher

# Gliederung des Vortrages

Was sind moderne Industriewerkstoffe?

Röntgen, Ultraschallprüfung, Wirbelstromprüfung, etc.?!  
• Wo liegen die Stärken und Schwächen der Verfahren?

Beispiel CfK (Kohlefaserverstärkter Kunststoff)

• Wie wird geprüft?

Beispiel EBW (Elektronenstrahlschweißen)

• Was wird bewertet?

Beispiele aus der Prüfpraxis

- Automobil-Komponenten
- Anwendungen bei Windturbinen
- Schaufeln von konventionellen Turbinen
- Gewindebolzen
- Rohrschweissnähte

## Was sind moderne Industriewerkstoffe?

- Anforderungen an die Festigkeiten
- Mechanische Eigenschaften
- Thermische Eigenschaften
- Beständigkeit
- Fertigungsoptimierung
- Auslegungsgrenzen
- Verschleisseigenschaften
- ...

Industrial

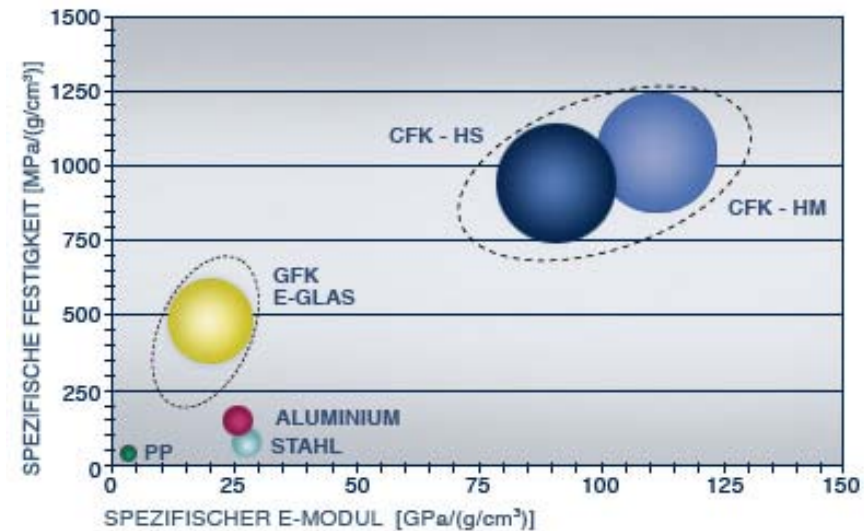
## **VT, RT, UT, Thermographie, LT, Druckprobe, PT, MT, AE, Bondtesten, etc.**

- Die zerstörungsfreie Materialprüfung hält einen ganzen Werkzeugsatz bereit
- Je einfacher die Verfahren „aussehen“, um so sorgfältiger muss gearbeitet werden
- Integrale Verfahren geben den „Gesamtzustand“ wieder, keine Aussage zur Lage, Grösse, Ausdehnung von Fehlstellen
- Bildgebende Verfahren erhalten den Vorzug
- Anzeigen von Inhomogenitäten können erkannt werden, sofern die Datenerfassung vom Fachpersonal durchgeführt wurde
- Dokumentation zur Sicherung der Produkthaftung

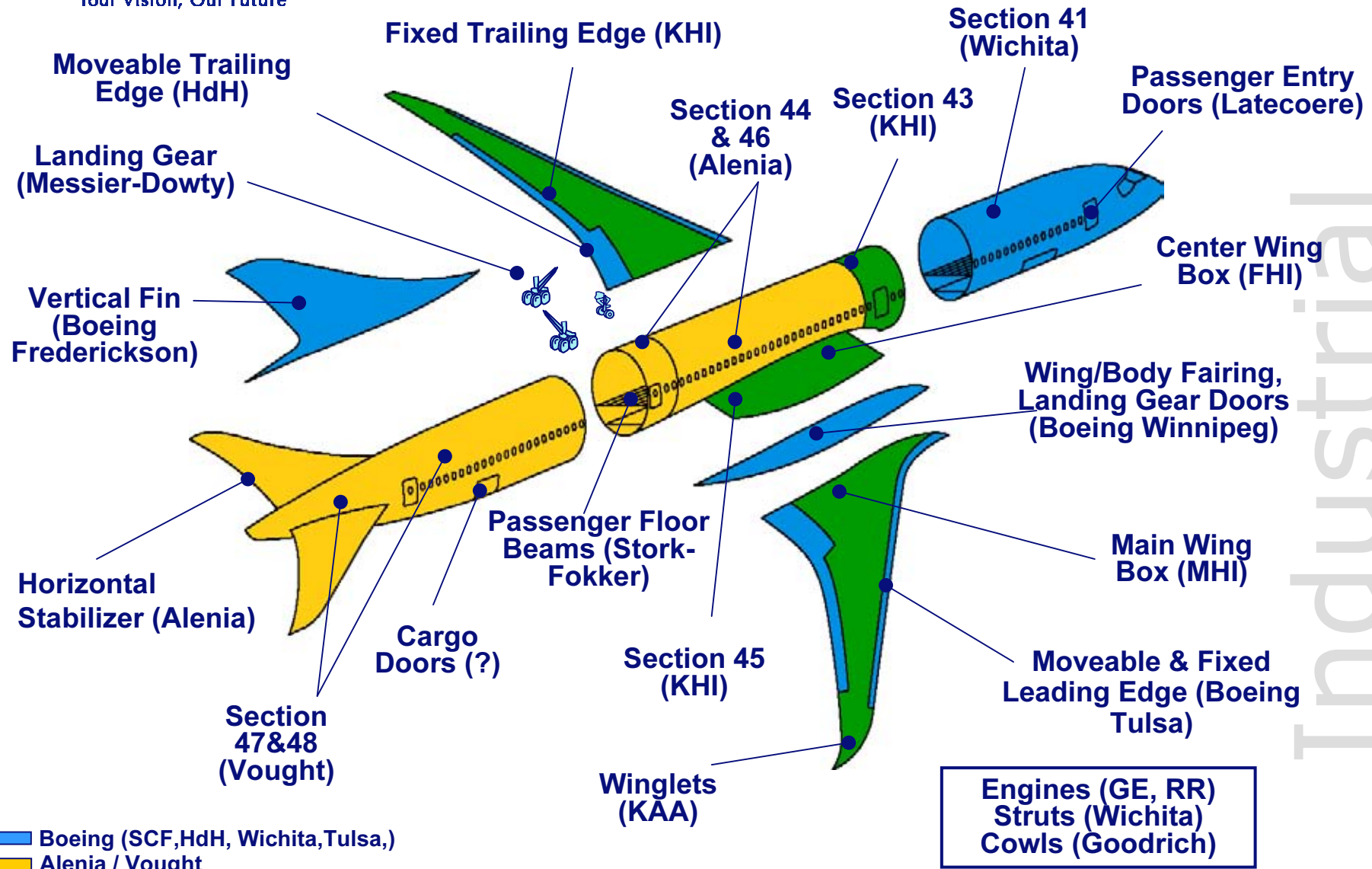
# Was zeichnet CFK aus?

| Metallische Werkstoffe bei 20 °C |                                           | Nichtmetallische Werkstoffe bei 20 °C |                                           |
|----------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------|
| Material                         | E-Modul in kN/mm <sup>2</sup>             | Material                              | E-Modul in kN/mm <sup>2</sup>             |
| Ferritischer Stahl               | <b>210/</b><br><b>7,9g/c</b><br><b>m3</b> | CFK                                   | <b>150/</b><br><b>1,5g/c</b><br><b>m3</b> |
| Austenitischer Stahl             | 195                                       | Glas                                  | 50 bis 90                                 |
| Sphäroguss                       | 170 bis 185                               | Glasfaser                             | 55 bis 87                                 |
| Grauguss                         | 90 bis 155                                | Beton                                 | 22 bis 45                                 |
| Messing                          | 78 bis 123                                | Knochen                               | 18 bis 21                                 |
| Kupfer                           | 120                                       | Holz parallel zur Faser               | 7 bis 20                                  |
| Titan                            | <b>105</b>                                | CFK quer zur Faser                    | <b>13</b>                                 |
| Aluminium                        | <b>70</b>                                 | Epoxid                                | ~2,5                                      |
| Magnesium                        | 42                                        | Holz quer zur Faser                   | 0,23 bis 1,33                             |
| Blei                             | 5                                         | Silikonkautschuk                      | 0,01 bis 0,1                              |

## STABIL MIT LEICHTIGKEIT

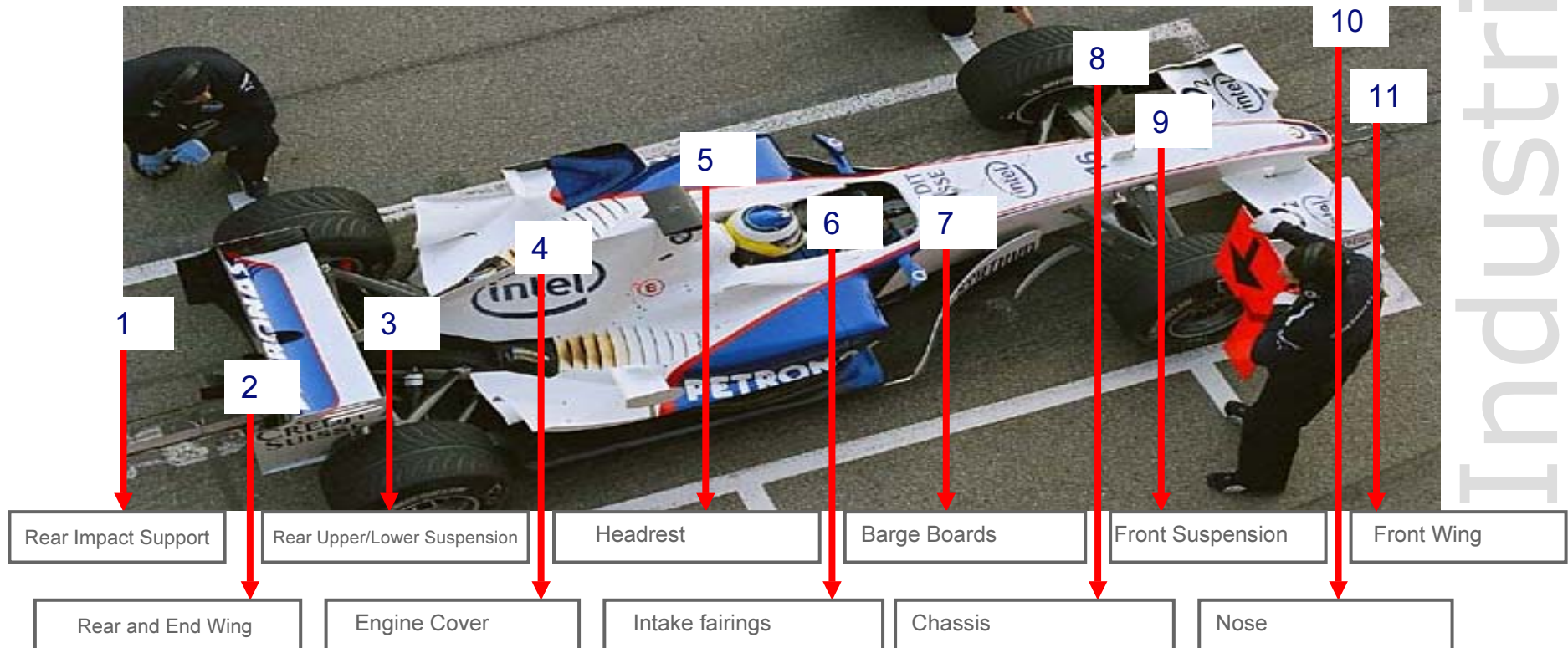


Industrial



# Einsatz von CfK und Sandwichbauteilen

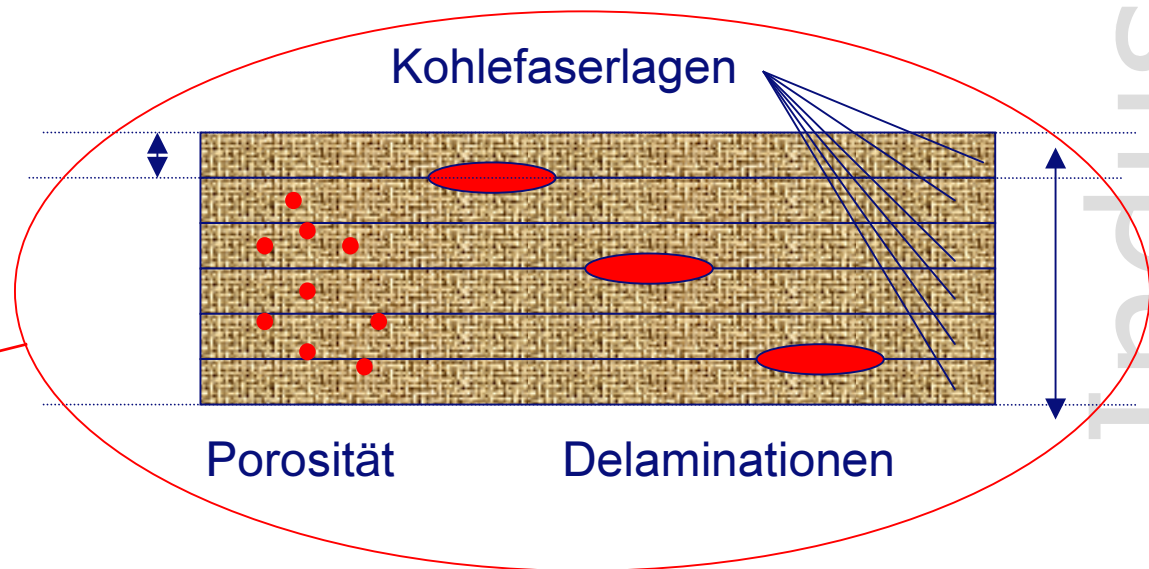
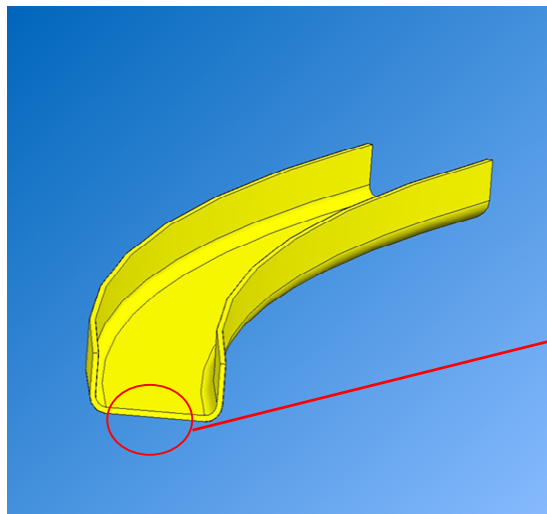
1. Monolithic Carbon 8mm 2. Carbon skins 3-4mm 3. Monolithic Carbon & Titanium 4. Carbon/Nomex 5. Carbon/Foam 6. Carbon/Nomex 7. Carbon/Alum.





# CfK Composite Prüfung

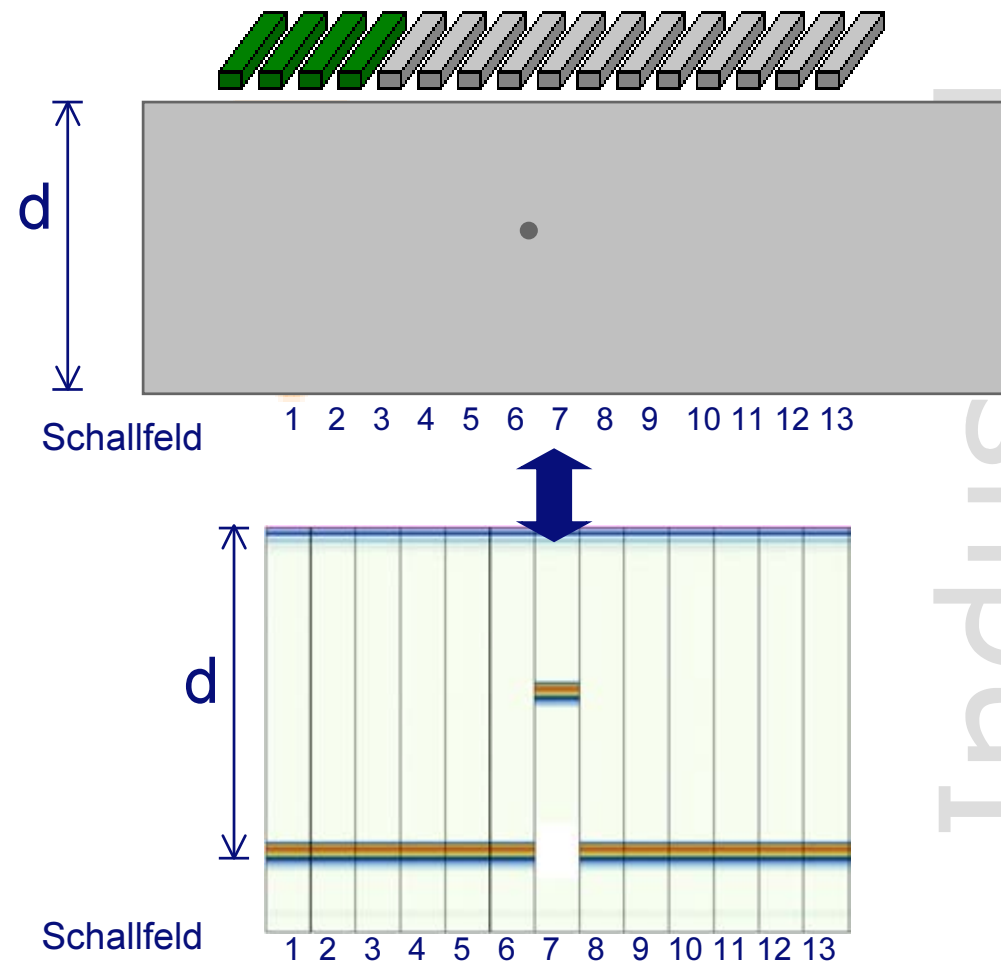
- Typische Fehler im CfK-Bauteilen sind parallel zur Oberfläche.
- Die Prüfung wird mit einer Senkrechteinschallung durchgeführt.





# Vorteile der Phased-Array-Technologie

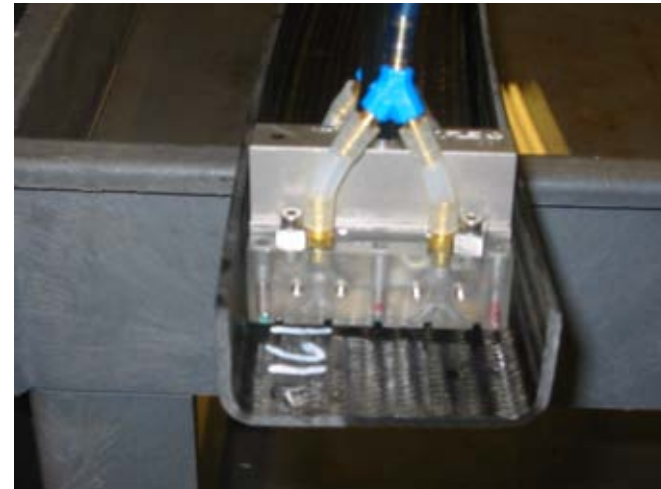
- Mit PA wird jedem A-Bild entsprechend der Amplitudenhöhe ein **Farbe** zugeordnet.
- Es wird ein **S-Bild** erzeugt.



Industrial

## CfK-Prüfung mit grossen geprüften Bereich

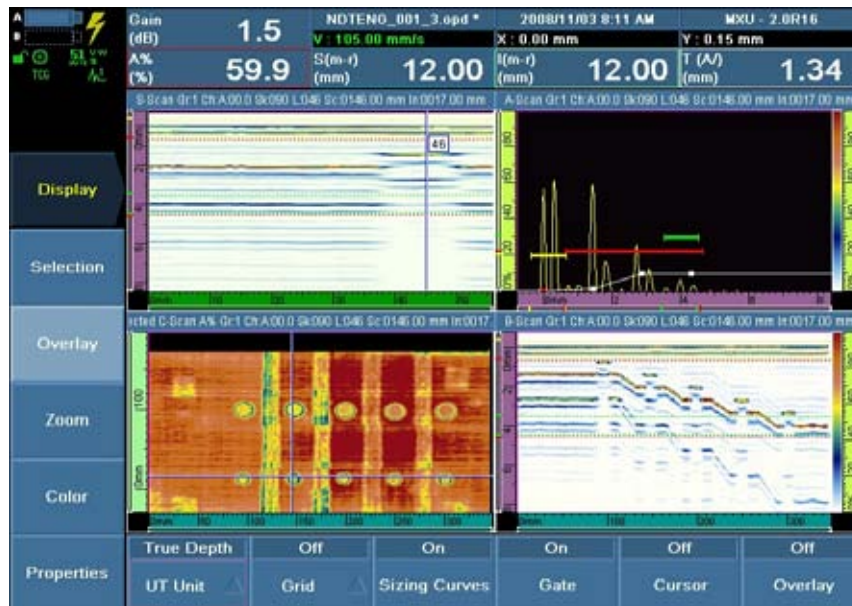
- NW-Prüfköpfe haben einen aktiven Bereich der mit konventionellen Köpfen vergleichbar ist (ca. 2mm vom Gehäuserand)
- 64 mm Prüffläche – 64 Elemente x 1 mm pitch
- Frequenz 3.5 MHz (Boeing)
- Frequenz 5 MHz (Airbus)
- Mit flexibler Vorlaufstrecke zur Kompensation von Bauteilkrümmung etc.



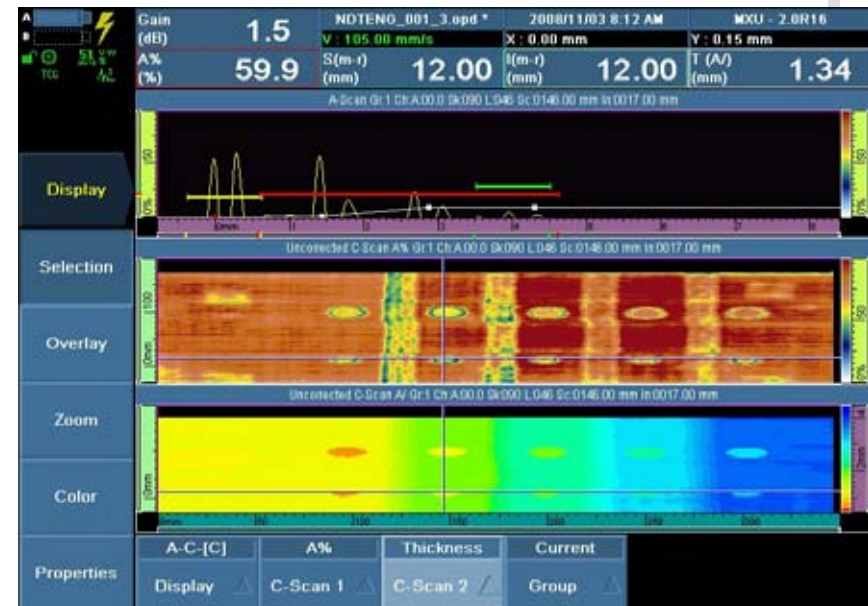
### Darstellung des C-Bildes

Alle A-Bilder werden gespeichert und stehen für die Präsentation der C-Bilder zur Verfügung. Es werden Tiefenlagen, Amplitudenwerte und Positionen dargestellt.

A-B-C-S



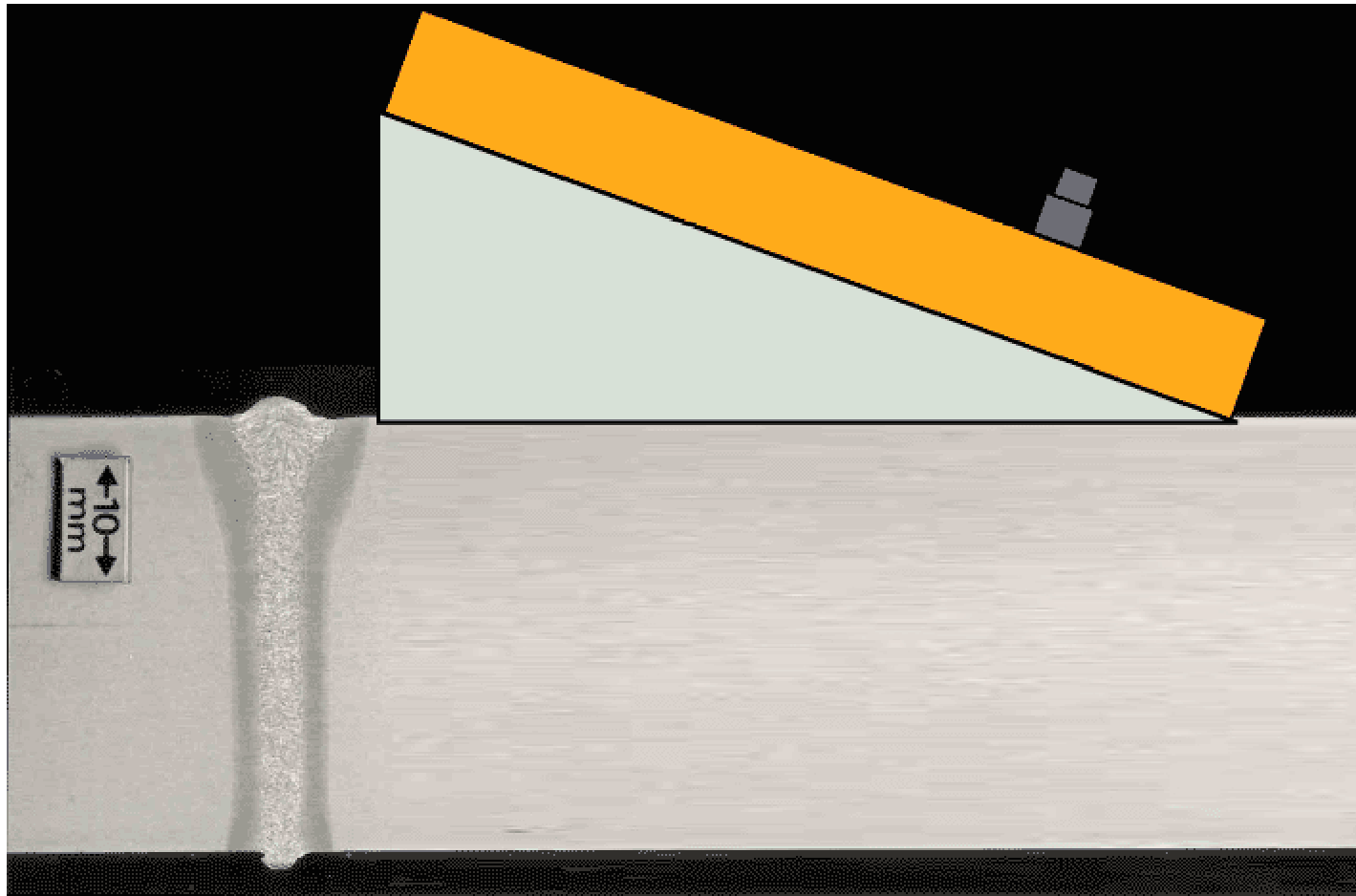
A-C-[C]



## EB-Schweissnähte

- Hohe Festigkeiten
- Geringe Wärmeeinbringung
- Schweisszusatzwerkstoffe entfallen (in der Regel)
- Schweissen von „unverträglichen“ Werkstoffkombinationen
- Schweissen als letzter Arbeitsgang von Fertigteilen
- Schweissen von komplexen Geometrien

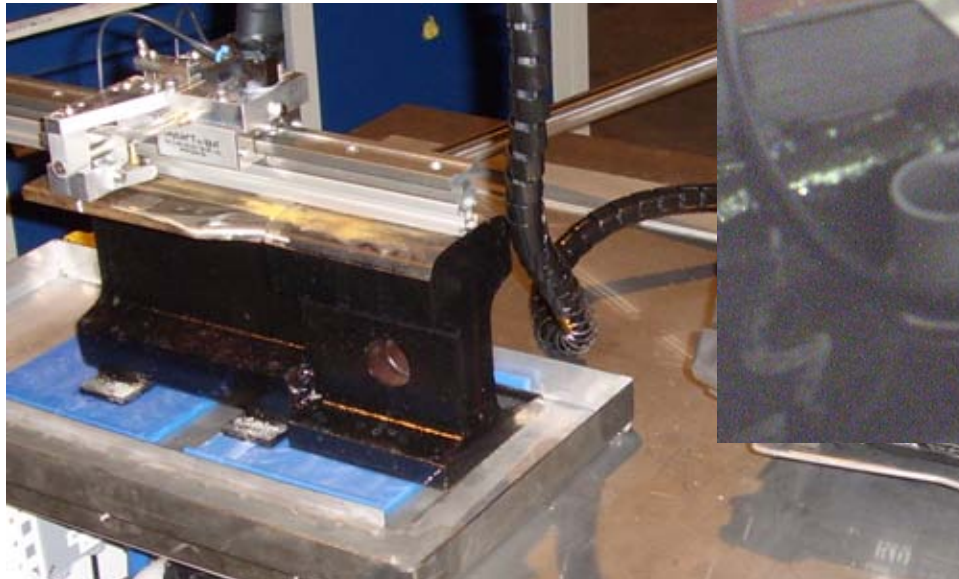
## EB-Schweissnahtprüfung



Industrial

## EB-Schweissnaht an Weichenherzen

- Komplette Nahttiefe von 30mm wird in einem „Zug“ erfasst
- Wegaufnahme ergibt eine volumengetreue Dokumentation
- Prüfung mit angepasstem Vorlaufkeil

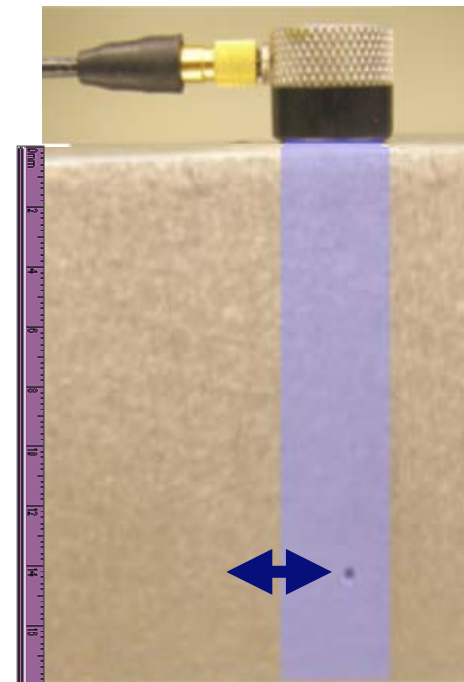
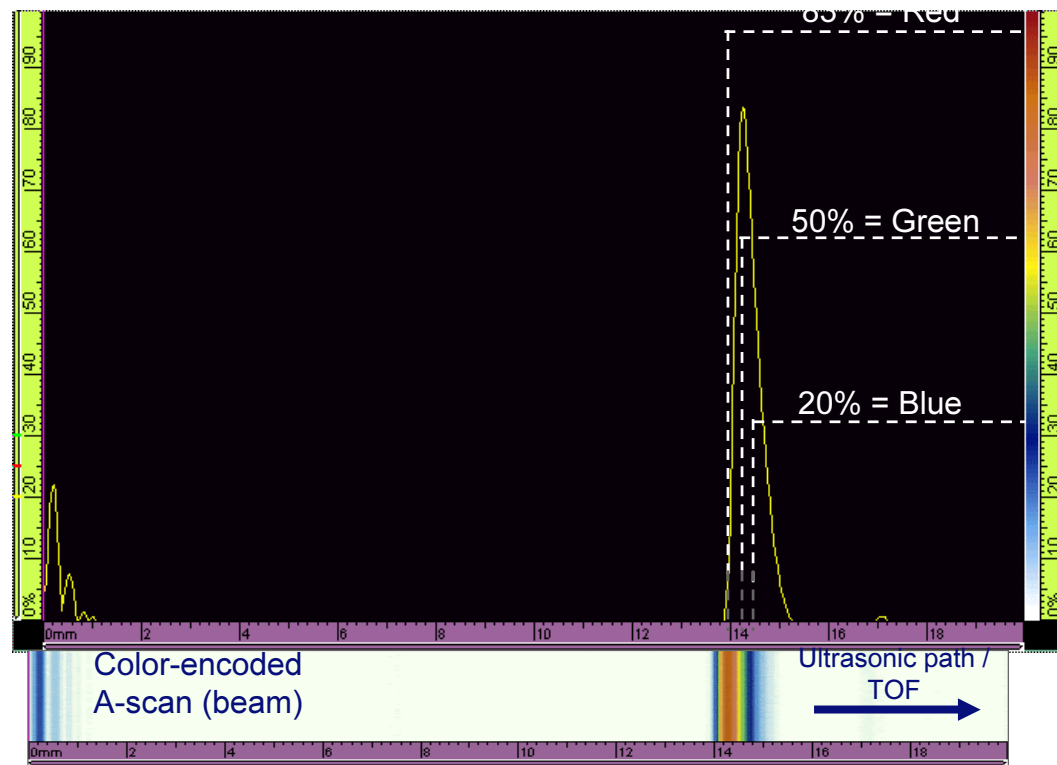


Industrial



### Farblich kodierte A-Bild-Information

- Zusätzliche Möglichkeiten zur Darstellung ergeben sich bei der farblichen Zuordnung (Kodierung) von bestimmten Farben für eine bestimmte Amplitude. Dadurch wird die Darstellung verschiedener Phased-Array-Informationen ermöglicht.

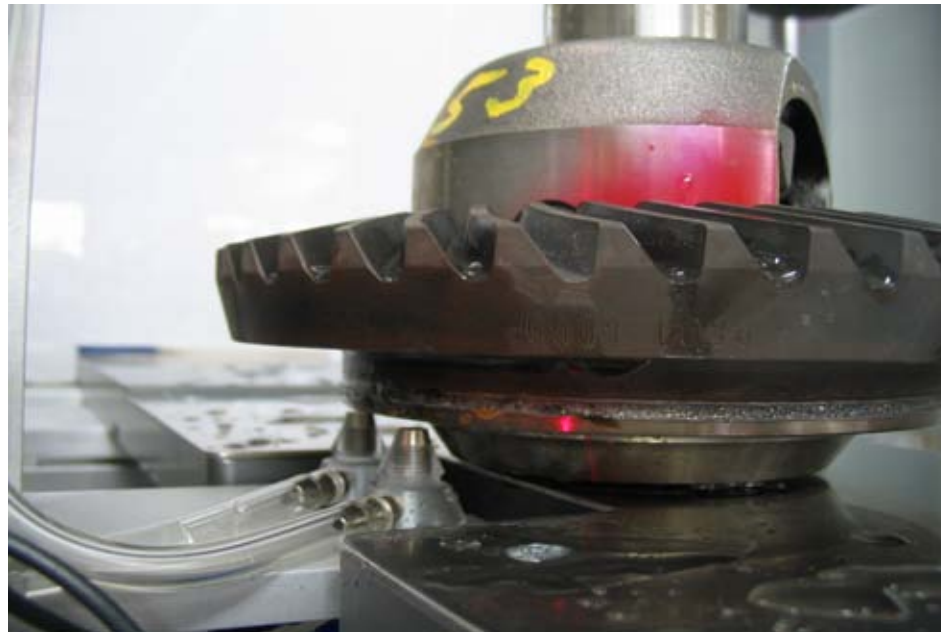


Industrial



## Automatisierte Prüfung von Achsegetrieben

Zwei  
Prüfköpfe mit  
Wasserankop-  
plung werden  
eingesetzt.



Der Prüfling  
dreht sich  
und der  
Sensor  
benetzt  
lokal das  
Bauteil.

Industrial

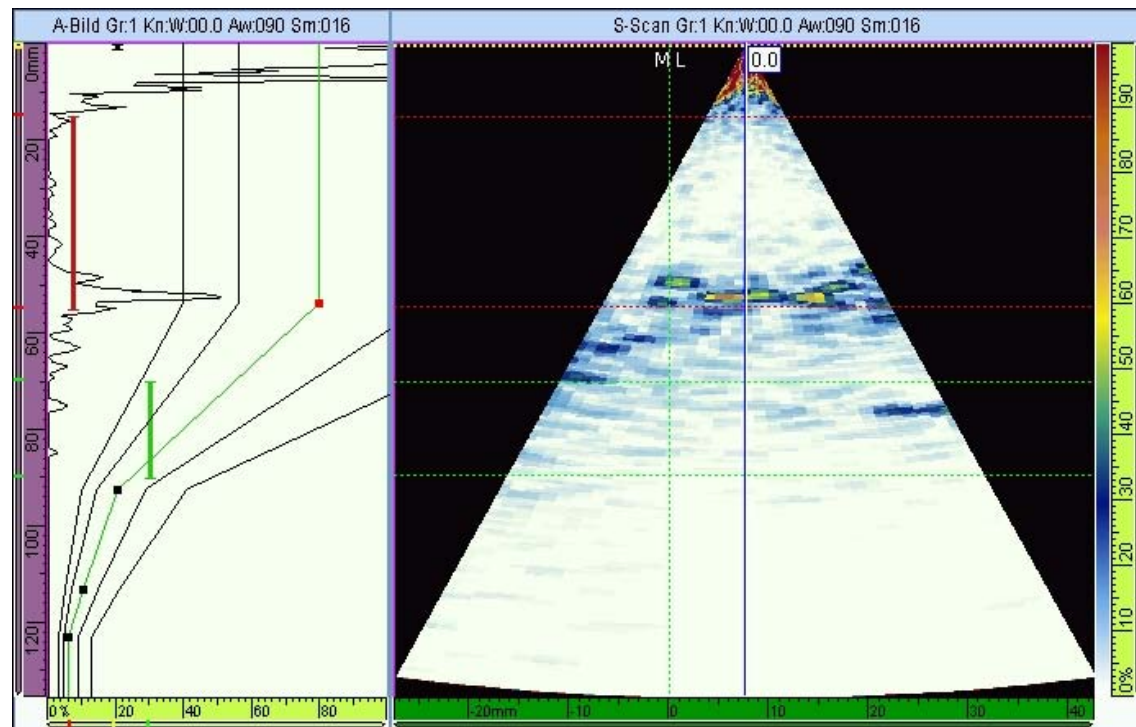
## Flügel von Windkraftanlagen

- Prüfung der hochbeanspruchten Bereiche ist notwendig, da eine Verfügbarkeit garantiert werden muss!
- Flügelstreben und Windabrisskanten sind besonders kritisch
- Prüfbereiche von bis zu 60m Länge und 150m<sup>2</sup> Fläche



## Lunkeranzeige aus einem Gussgehäuse

Die Anzeige repräsentiert einen Lunker von ca. 50mm! im Durchmesser. Das konventionelle A-Bild gibt keine Information über die wahre Ausdehnung der Fehlstelle.

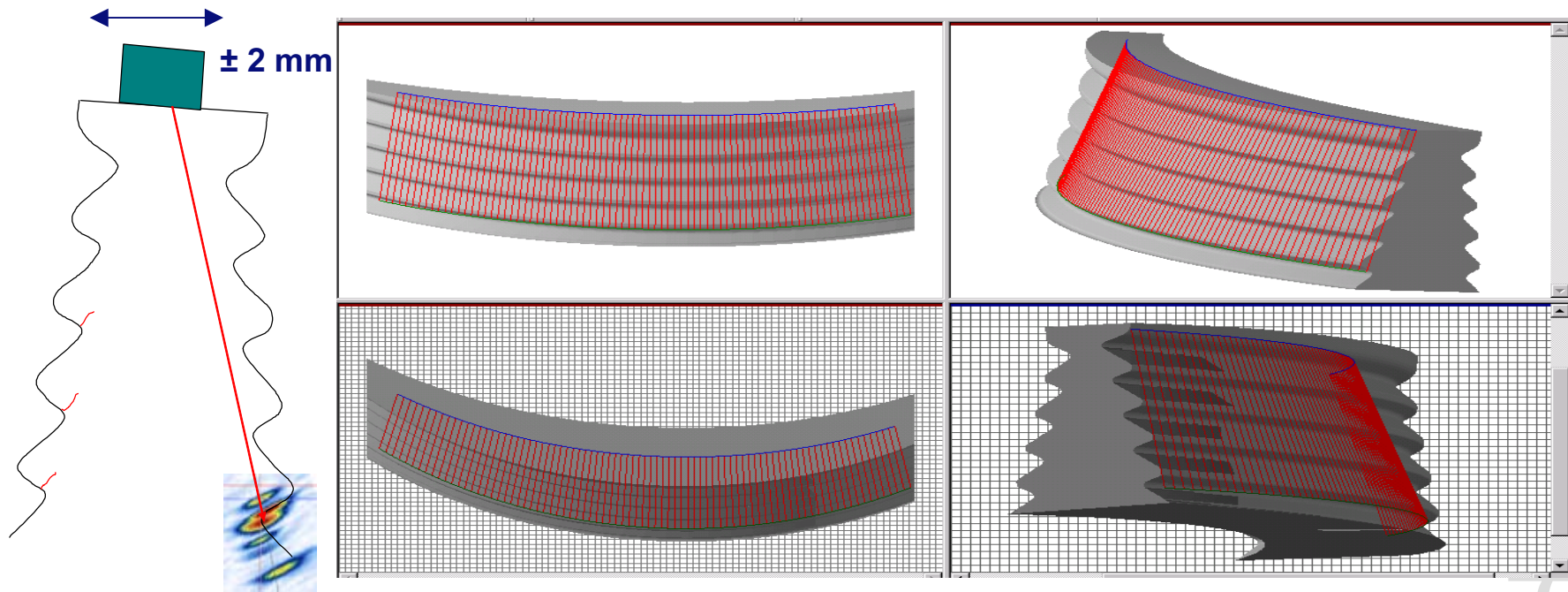


## Schaufelprüfung von Dampfturbinen



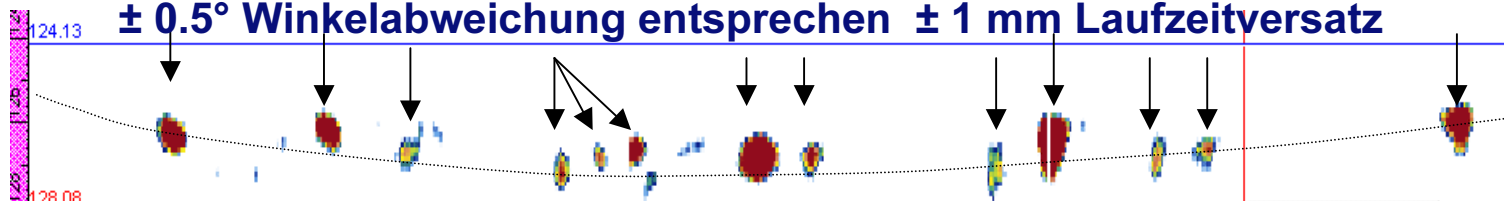
- Geometrien von modernen Schaufelkonstruktionen
- Mehrfachgekrümmte Bauteile

Industrial



**Simulation der Schallabdeckung:  $\pm 1.5$  mm für die Scangenauigkeit,**

**$\pm 0.5^\circ$  Winkelabweichung entsprechen  $\pm 1$  mm Laufzeitversatz**

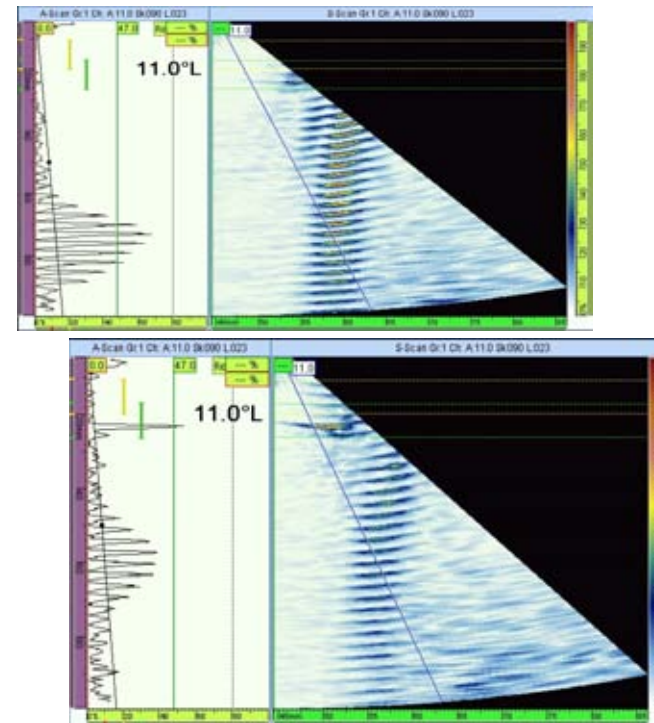


**UT Daten des Justier- und Referenzkörpers 13 künstliche Fehler;  
Scanlänge = 350 mm**



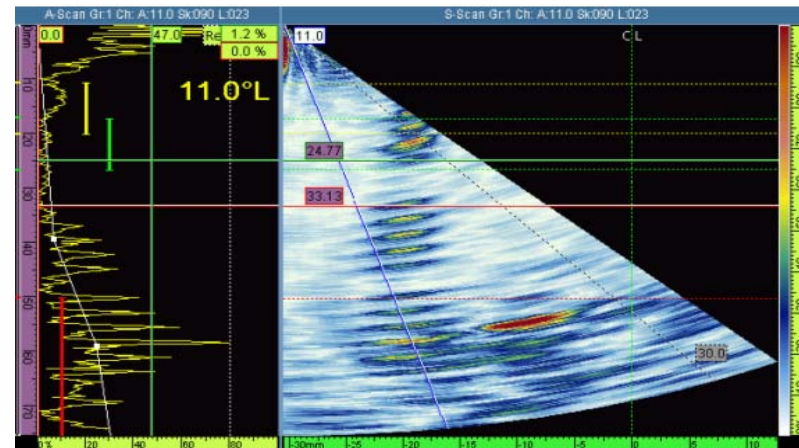
## Schraubenprüfung auf Risse und Korrosion

- Für Bereiche der Schraube mit und ohne Gewinde
- Durch Drehen des Prüfkopfes auf dem Schraubenkopf oder der Rückseite wird das volle Volumen erfasst



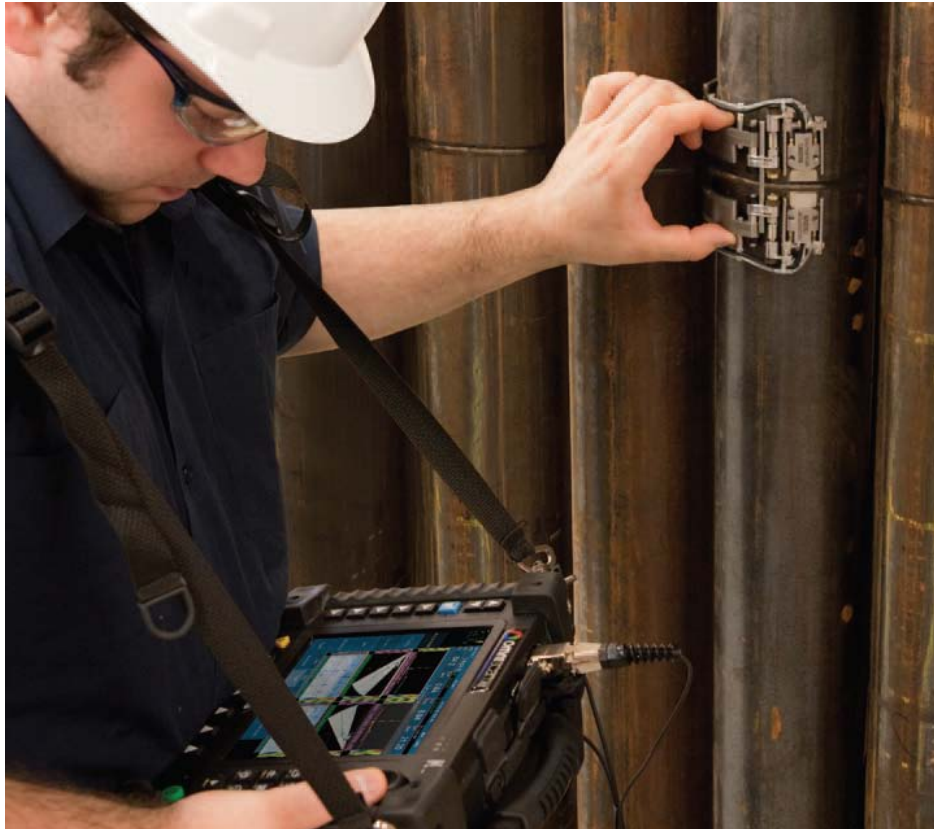
## Schraubenprüfung auf Risse und Korrosion

- Diese Schraube ist unter Einsatzbedingungen auf ca. 24-33mm korrodiert. Durch Messung des Verlustes der Gewindeechos ist die Tiefe exakt bestimmt.

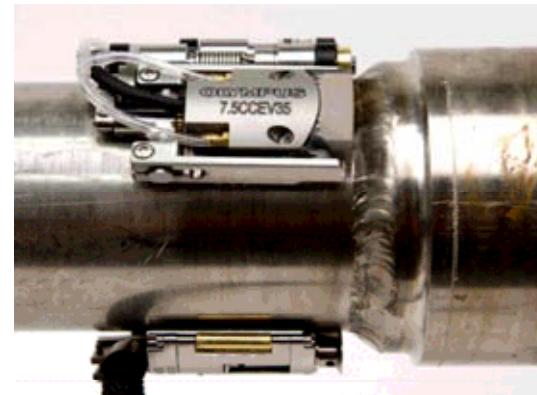




# Cobra-Scanner für Rohrschweissnähte



Rundscheissung von  
21mm bis 112mm  
Bei einer Bauhöhe von  
12mm und –länge von  
50mm



Industrial

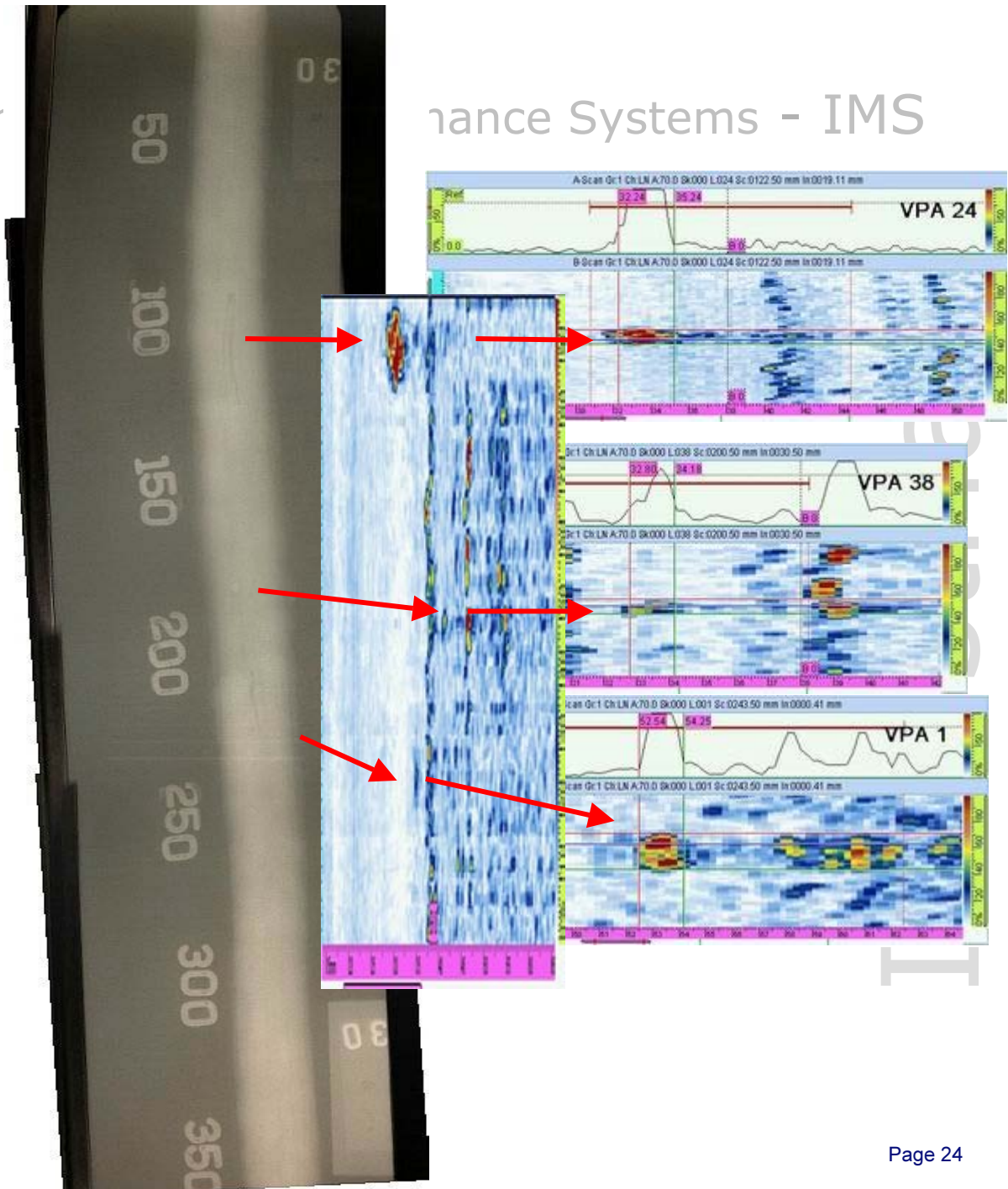
**Abnahmeorganisation**

**<Generelle Qualifikation>**

**Durchführung mit einem unabhängigen Level III**

Ir

ance Systems - IMS



# OLYMPUS

---

Your Vision, Our Future

Danke schön