

# Luftgekoppelter Ultraschall

Vorstellung neuer Ansätze im Bereich der koppelmittelfreien Prüfung

Franz SCHÖNBERG<sup>1</sup>, Ralf STEINHAUSEN<sup>2</sup>,  
Michael PFEIFFER<sup>3</sup>, Andreas BODI<sup>1</sup>, Tobias  
GAUTZSCH<sup>1</sup>

<sup>1</sup>SONOTEC Ultraschallsensorik Halle GmbH  
Halle (Saale)

<sup>2</sup>Forschungszentrum Ultraschall gGmbH, Halle  
(Saale)

<sup>3</sup>IMA Materialforschung und Anwendungstechnik  
GmbH, Dresden



Forschungszentrum  
Ultraschall

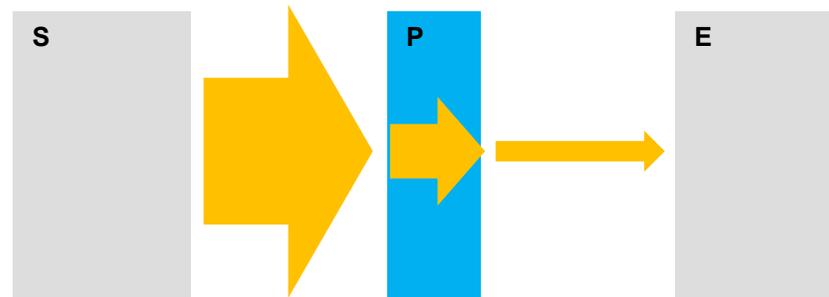


GEFÖRDERT VOM  
 Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



## Einleitung

- ▀ Erste Systeme bereits in den 70er-Jahren
- ▀ Bewährt in Prüfung von faserverstärktem Kunststoff (z.B. Luft und Raumfahrt)
- ▀ Arbeite ohne klassische Koppelmittel
- ▀ Prüffrequenzen mit  $<1\text{MHz}$  deutlich geringer als bei konventionellen Ultraschall
- ▀ Hohe Sendeleistungen und hohe Verstärkerempfindlichkeiten notwendig

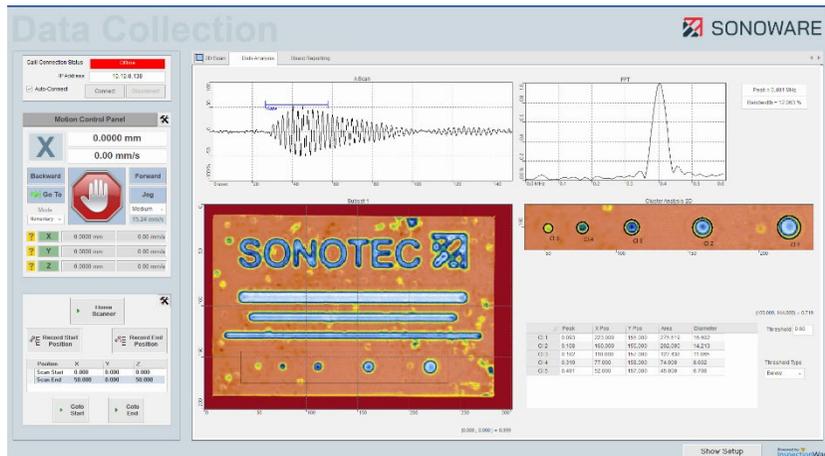


100% 2,2% 0,05%  
 0dB -33dB -66dB  
**Bei Kunststoffprüfung**



## Einleitung

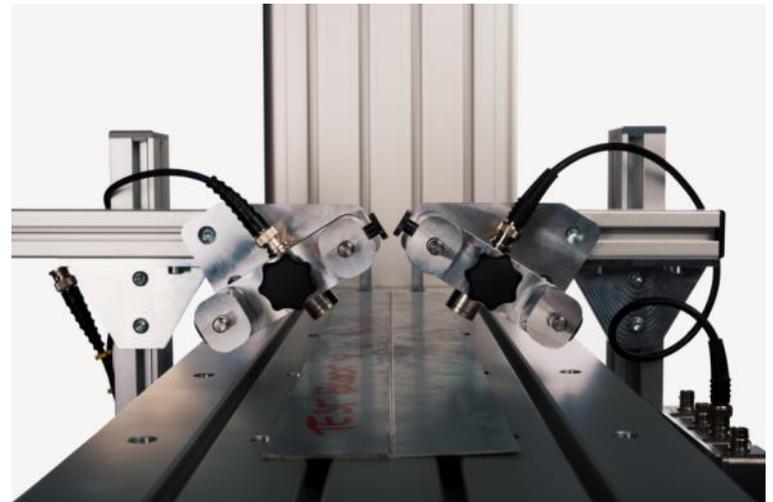
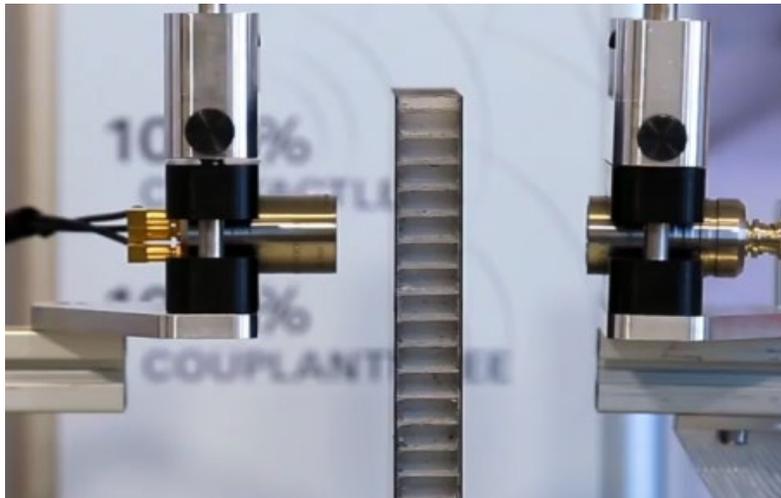
- ▀ Prüfbarkeit vieler Materialien hat sich in den letzten Jahren verbessert
  - ▀ Weiterentwicklung der Prüfköpfe
  - ▀ Weiterentwicklung der Anlagentechnik
  - ▀ Software und Auswertelgorithmen





## Einleitung

- ▣ Prüfaufbauten (je nach Prüfaufgabe)
  - ▣ Durchschallung
  - ▣ Pitch-Catch





## Prüftechnik

### Prüfanlage SONOAIR

- ▶ **Frequenzbereich der Messung:** 50 kHz – 400 kHz
- ▶ **Sendeleistung (el.):** 2kW
- ▶ **Rauschspannungsdichte des Verstärkers:** 1 nV /  $\sqrt{\text{Hz}}$
- ▶ **Dynamik des Verstärkers:** 120dB
- ▶ **Bandbreite des Verstärkers:** 30kHz – 3MHz
- ▶ **Betriebsmodus:** Durchschallung oder Pitch-Catch
- ▶ **Prüfsoftware:** SONOWARE
- ▶ **Scanner:** YZ-Manipulator





## Prüftechnik



75 kHz Planarwandler



200 kHz Planarwandler



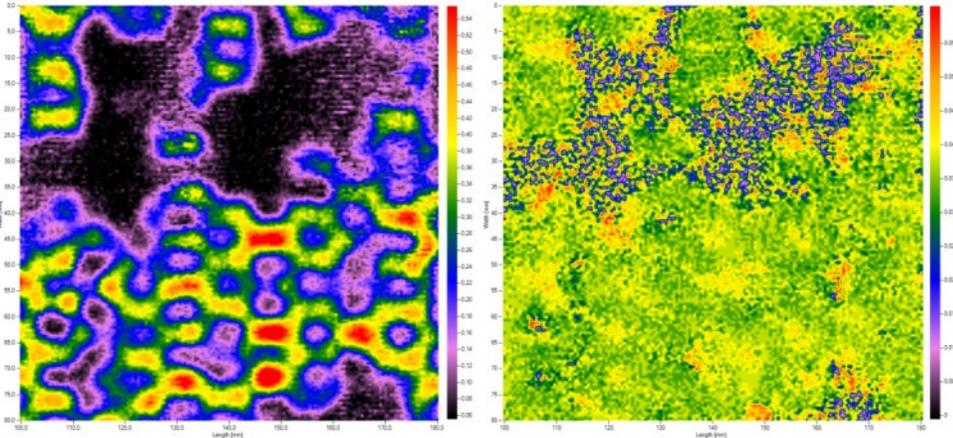
400 kHz Wandler fokussiert



400 kHz Multielementwandler

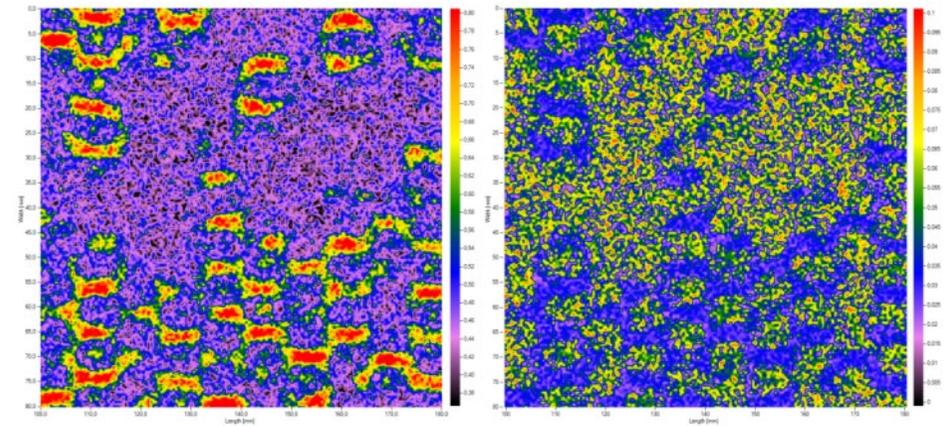


## Praxisbeispiel I Wabenkernmaterialien



- ▣ **Delamination** im oberen Bereich
- ▣ 200 kHz Messfrequenz
- ▣ CF200 Wandler

- ▣ 400 kHz Messfrequenz
- ▣ CF400 Wandler
- ▣ Wabenstruktur im D-Scan eindeutig sichtbar



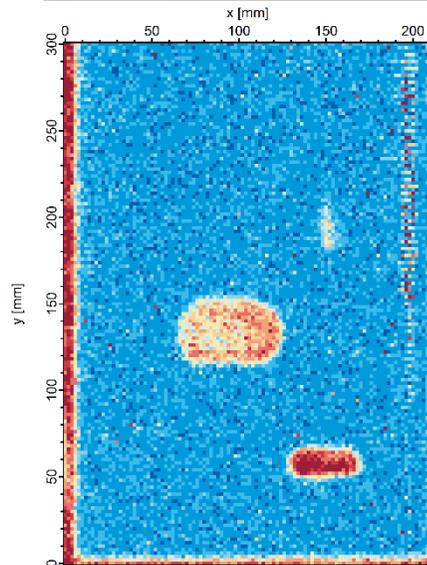
Testmaterialien der ThermHex Waben GmbH, mit freundlicher Genehmigung durch Herrn Pflug



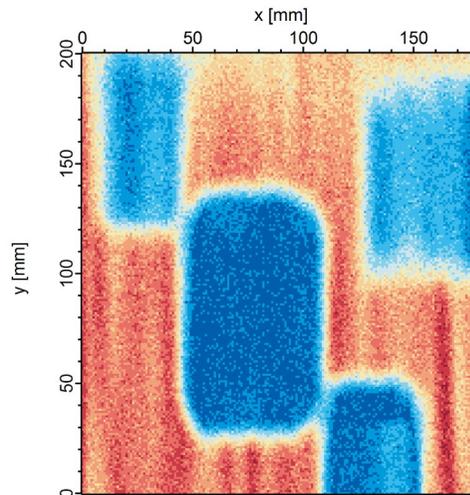
## Praxisbeispiel II Plattenverklebungen



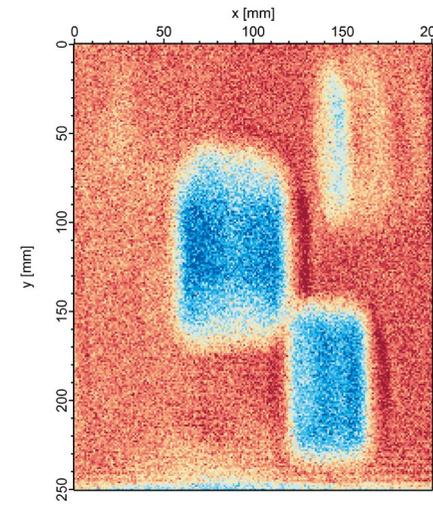
- ▶ **Einseitiges Prüfen von Kompositen**
  - ▶ CFK (2 mm) verklebt auf Aluminum (2 mm)
- ▶ **In Durchschallung bei 400 kHz sind Klebefehler zu erkennen**
  - ▶ Frage: Auf welchem Material ist die Anhaftung fehlerhaft?
- ▶ **Messung mittels geführten Wellen gibt Aufschluss**



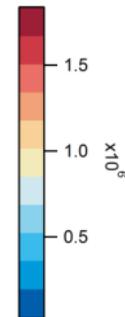
Durchschallung



P-C auf CFK Seite



P-C auf Alu-Seite



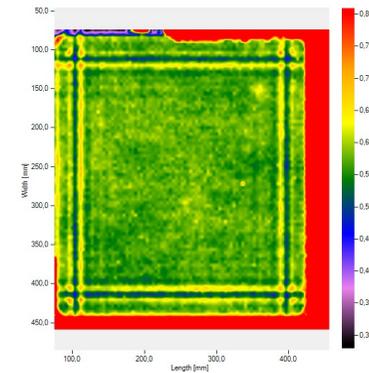


## Praxisbeispiel III Prozessüberwachung SMC Platten

- ▀ Prüfung von Sheet Molding Compound (SMC) bis 130mm in Durchschallung
- ▀ Mehrlagige Platte, welche unter hohem Druck verpresst werden
- ▀ Prüfkopf CF 075
- ▀ Prozessüberwachung anhand einer Referenzplatte möglich



Prüfanordnung

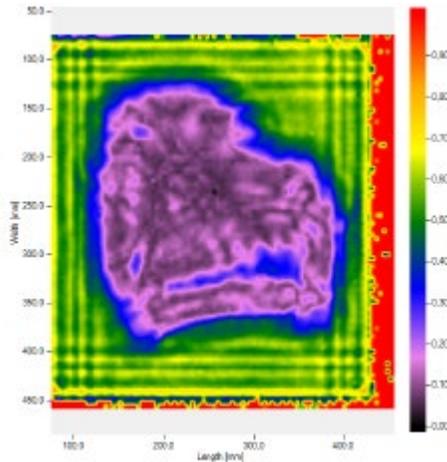


Referenzergebnis

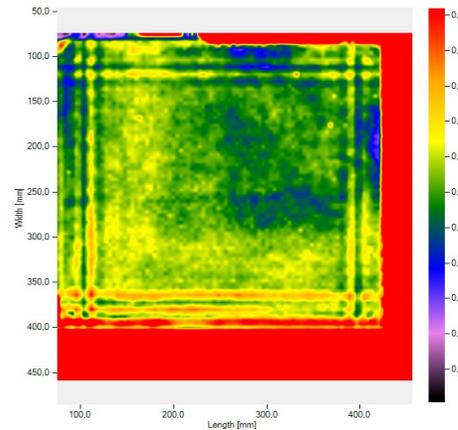


## Praxisbeispiel III Prozessüberwachung SMC Platten

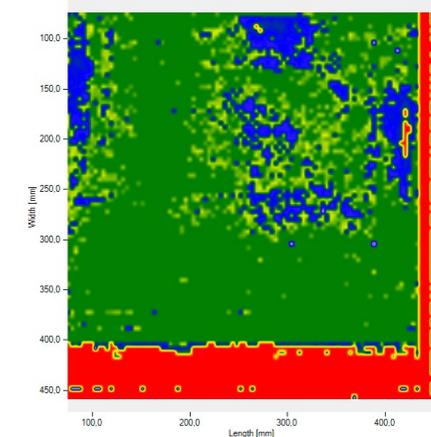
- ▀ Bei 5mm Rasterung sind Lufteinschlüsse <1mm sicher detektierbar
- ▀ Software ermöglicht eindeutige Klassifikation



Großflächiger Lufteinschluss



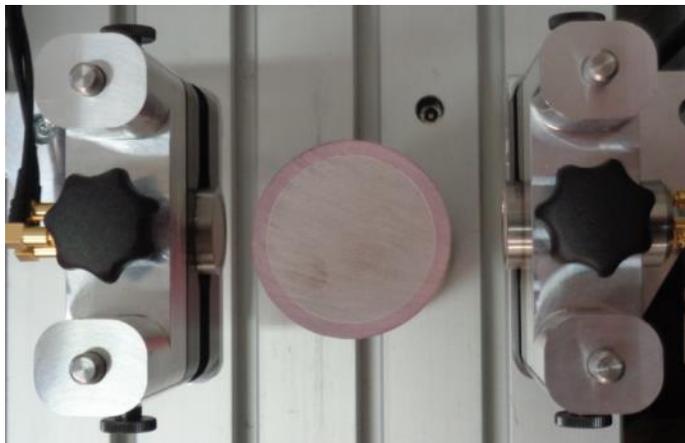
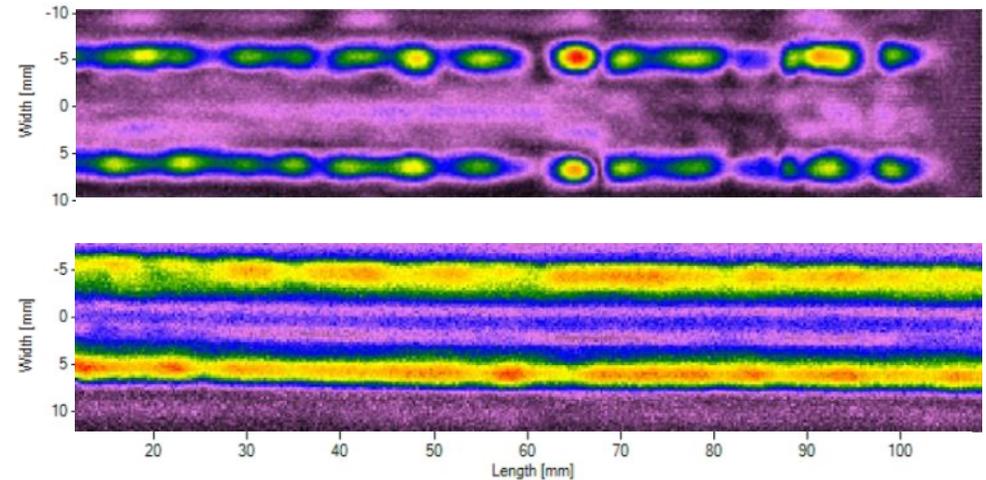
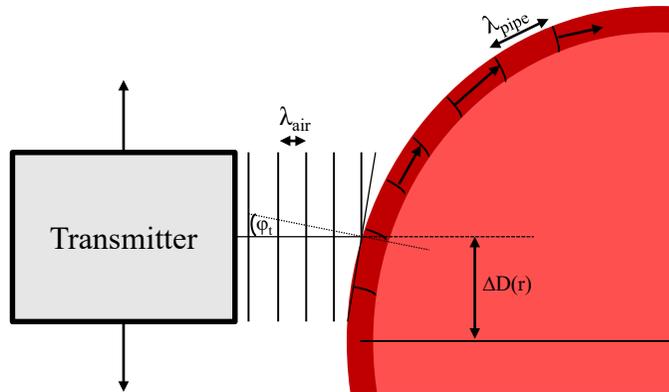
Kantenfehler



Detailaufnahme mit Klassifikation



## Praxisbeispiel IV GFK-Rohr mit eingeklebtem Kern

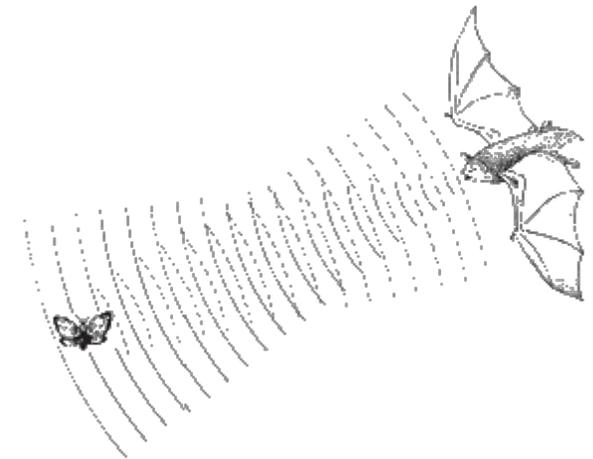


- **Material:** GFK
- **Wandstärke:** 4 mm
- **Rohrdurchmesser:** 54 mm
- **Defektgröße:** > 1 mm
- **Prüfung mittels geführter Welle**
- **Klebefehler eindeutig erkennbar**
- **Vollständige Prüfung durch drei Linienscans mit 60° Drehung möglich**



## Zusammenfassung

- Unterschiedliche Materialien und Geometrien können heute zuverlässig mittels luftgekoppeltem Ultraschall geprüft werden.
- Immer leistungsfähigere Anlagentechnik ermöglicht die Lösung immer neuer Prüfprobleme.
- Die Frage der Prüfbarkeit lässt sich ohne Versuch kaum beantworten. Studien geben Aufschluss über mögliche Prüffrequenzen und Prüfanordnungen.





# Ultraschall ist unsere Stärke.

**Hauptsitz  
Deutschland**

**SONOTEC GmbH**  
Nauendorfer Str. 2  
06112 Halle (Saale)

[www.sonotec.de](http://www.sonotec.de)

**Ansprechpartner**

Tobias Gautzsch  
[tobias.gautzsch@sonotec.de](mailto:tobias.gautzsch@sonotec.de)

Andreas Bodi  
[andreas.bodi@sonotec.de](mailto:andreas.bodi@sonotec.de)

