

# Untersuchung komplexer Sandwichverbundbauteile mit Honigwabenkern mittels lokaler Defektresonanz

Julian EHRLER<sup>1</sup>, Michael JAKOB<sup>2</sup>, Marc KREUTZBRUCK<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut für Kunststofftechnik, Universität Stuttgart, Stuttgart

<sup>2</sup> Alpha Sigma GmbH, Zwickau

Kontakt E-Mail: julian.ehrler@ikt.uni-stuttgart.de

## Kurzfassung

Sandwichverbundbauteile werden in jüngster Zeit immer häufiger für Leichtbaukonstruktionen in Betracht gezogen. Durch ihre hochklassigen spezifischen Eigenschaften eignet sich diese Werkstoffgruppe besonders für den Einsatz in Hochtechnologieanwendungen wie dem Automobilsport oder der Luft- und Raumfahrt. Neben der Herstellung dieser Werkstoffgruppe stellt gerade die zerstörungsfreie Prüfung hier eine besondere Herausforderung dar. Aufgrund des Verbundaufbaus von Sandwichstrukturen befinden sich unterschiedliche Materialien mit ihren jeweiligen Grenzflächen im Werkstoff. Klassische ZfP-Verfahren, wie Kontaktultraschall oder Thermografie, stoßen dabei häufig an Ihre Grenzen, da die Werkstoffe sowie deren Materialübergänge das Messsignal zu stark streuen, reflektieren und dämpfen. Das noch nicht weitverbreitete Verfahren der lokalen Defektresonanz hat das Potenzial diese Lücke der Verfahren zu schließen.

In einer Fallstudie wurden zwei miteinander verklebte Sandwichplatten, die zum Beispiel als Bodenpaneel in Flugzeugen zum Einsatz kommen, untersucht. Die Sandwichplatten (jeweils ca. 400 x 400 x 18 mm<sup>3</sup>) bestehen aus einem Kunststoffhonigwabenkern und Faserverbunddeckschichten aus Basaltfasern und Epoxidharzmatrix, wobei gezielt ein Klebefehler (ca. 60 mm Durchmesser) in die Verbindungsschicht zwischen den zwei Sandwichplatten eingebracht wurde. Es wurde hierbei die Eignung der lokalen Defektresonanz (LDR) zur Detektion von Klebefehlern untersucht. Für diese Messung wurden mechanische Wellen über einen Piezoaktuator auf der Detektionsseite eingebracht. Das Antwortsignal wurde mit einem scannenden Laservibrometer aufgezeichnet und die Harmonischen für die Untersuchung ausgewertet.

Zum Vergleich wurden die Ergebnisse klassischen ZfP-Verfahren gegenübergestellt. Es konnte gezeigt werden, dass die LDR auch bei nur einseitiger Zugänglichkeit Klebefehler darstellen kann, die mit klassischen ZfP-Verfahren nicht zu detektieren sind.

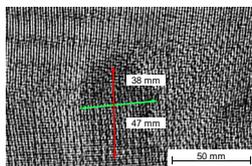
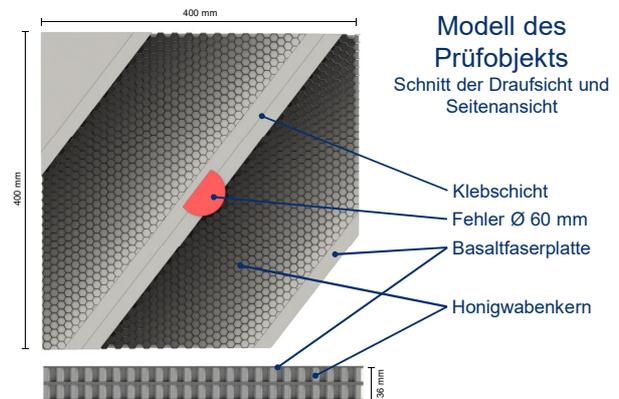


## Untersuchung komplexer Sandwichverbundbauteile mit Honigwabenkern mittels lokaler Defektresonanz

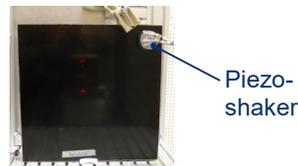
### Anwendungsfall und Problemstellung

Sandwichverbundbauteile werden in jüngster Zeit immer häufiger für Leichtbaukonstruktionen in Betracht gezogen. Durch ihre hochklassigen spezifischen Eigenschaften eignet sich diese Werkstoff-gruppe besonders für den Einsatz in Hochtechnologieanwendungen wie dem Automobilsport oder der Luft- und Raumfahrt.

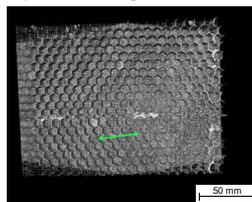
Bei dem hier dargestellten Prüffall bestand die Herausforderung darin bei nur einseitiger Zugänglichkeit einen Verklebfehler (Trennfolie, ca. 60 mm Durchmesser) zwischen zwei verklebten Sandwichplatten mit Basaltfaserdeckschicht [0°,90°] und einem Kern aus Kunststoff-honigwaben (10 mm Zellgröße) zu detektieren .



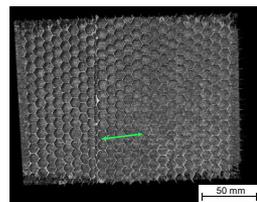
µCT-Messung: Klebdefekt



Versuchsaufbau für LDR



µCT-Messung Honigwaben-aufbau: 1. Lage



µCT-Messung Honigwaben-aufbau: 2. Lage

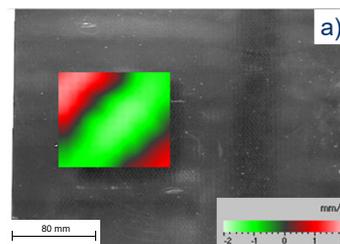
### Versuchsaufbau und Messergebnisse der „Lokalen Defektresonanz“ und CT

Genutzt wurde ein scannendes Laserdopplervibrometer (Polytec, PSV 300). Die Anregung erfolgte über einen Piezoshaker (isi-sys) mit Vakuumbefestigung, der mit einem CW-Spannungsgenerator (80 V) über eine Signal-generator (HP 33120 A) bei einer Anregungsfrequenz von 2900 Hz betrieben wurde. Vermessen wurde ein Bereich von ca. 10 cm x 10 cm, in dem der Fehler vermutet wurde. Die Vibrationen wurden gemessen und die auftretenden Frequenzen mittels FFT untersucht. Vergleichsmessungen mittels Röntgen-µCT (YXLON FF20) zeigen einen Defekt zwischen den verklebten Lagen mit ca. 38 x 47 mm Größe. Gewellte Ränder deuten auf Eindringen von Klebstoff hin.

### Ergebnisse und Ausblick

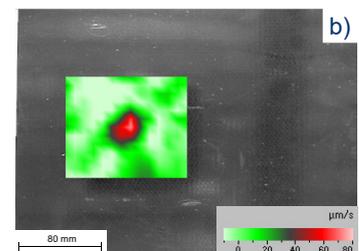
Bei der Grundfrequenz von 2900 Hz zeigt sich bei der Befestigung auf der Vorder- bzw. Rückseite des Shakers ein sehr ähnliches Vibrationsverhalten auf der Oberfläche (siehe rechts Bild a). Es bilden sich Oberflächenwellen mit einer Wellenlänge von ca. 14 cm aus. Die Honigwabenunterbrechungen scheinen hierauf keinen Einfluss zu haben. In der Grundfrequenz lässt sich der Defekt oder Inhomogenität in der Platte feststellen. Bei gleicher Anregungsfrequenz zeigt sich bei der Auswertung bei der nächsten Harmonischen (5900 Hz) ein Signal im Bereich des Defekts (Bild b). Dies lässt sich durch die in diesem Bereich geringere Steifigkeiten erklären, die im Bereich des Defekts nicht lineare Harmonische höherer Ordnung erzeugen.

Zukünftig soll geprüft mit weiteren Versuchen werden wie weit sich dieses Verfahren auf andere Sandwichverbundwerkstoffe übertragen lässt.



a) Vibrationsverhalten der Oberfläche bei 2900 Hz ausgewertet.

Vibrationsverhalten der Oberfläche bei 5800 Hz ausgewertet. (2. Harmonische)



### Dank geht an:

- Prof. Igor Solodov für die fachliche Beratung und Unterstützung.

### Ansprechpartner

M.Sc. Julian Ehrler  
Pfaffenwaldring 32  
70569 Stuttgart  
julian.ehrler@ikt.uni-stuttgart.de