

## Ultraschall als Energiequelle zum Laminieren von CFK

# Schallwellen richten Carbonfasern aus

Die starke Nachfrage nach **Carbon-Materialien** eröffnet neue **Einsatzmöglichkeiten für das Ultraschallschweißen**. Kohlefaser-Lagen lassen sich damit unter **Verwendung eines reaktiven Mediums wie Pulverkleber**

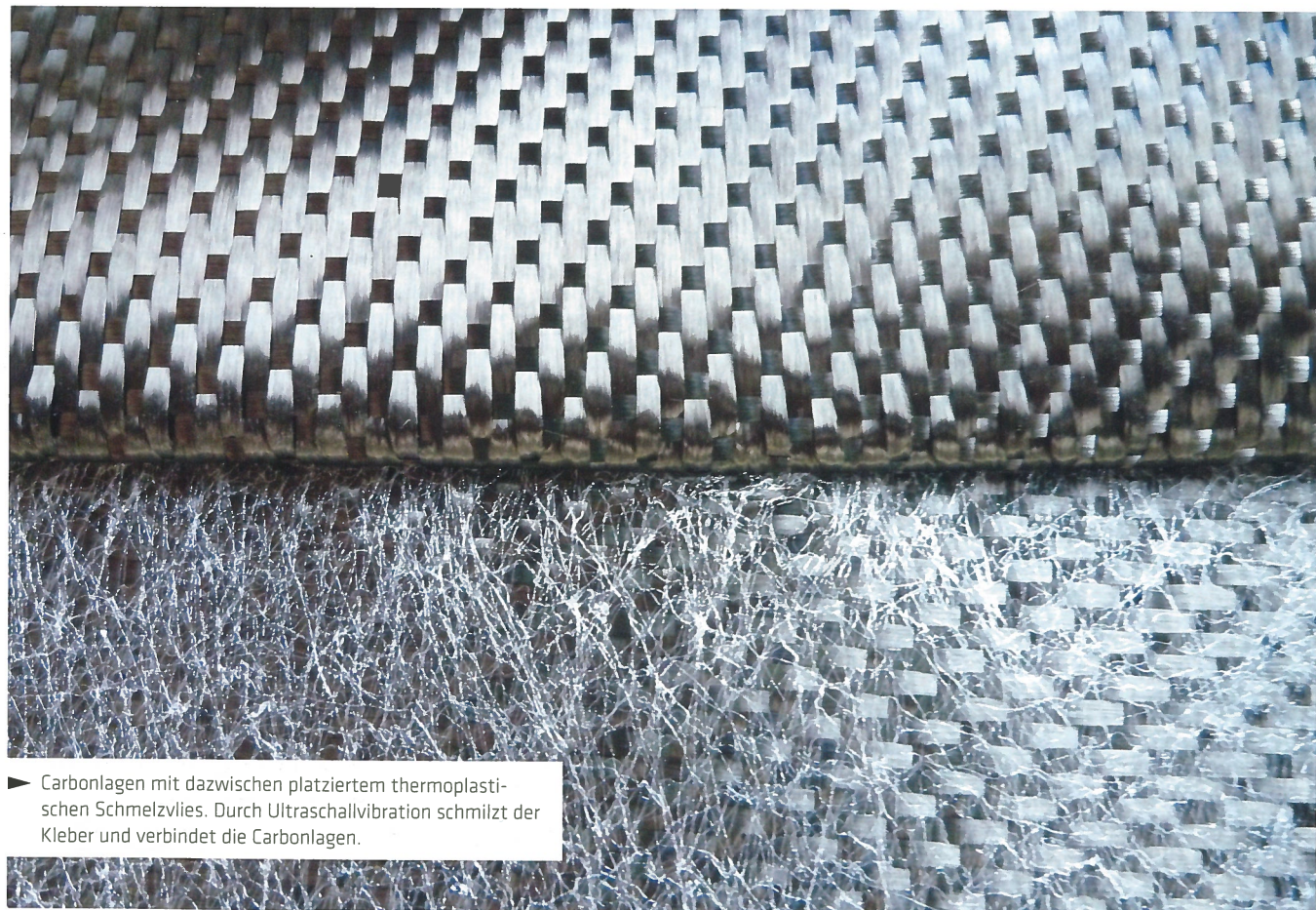
**oder Schmelzvlies reproduzierbar kompaktieren und fixieren**. Der schnelle und saubere **Ultraschall kann den Automatisierungsgrad erhöhen und Fehlerquellen im Produktionsprozess reduzieren**. Insofern könnte

sich das **Ultraschallschweißen als Teilprozess in der Produktion von FVK-Serienteilen als kostensparende Alternative** zum Sprükleben und Heißkalandrieren etablieren.

Die niedrige Masse und gute Ermüdungsfestigkeit machen Carbon für den Fahrzeugbau und die Luftfahrt attraktiv. Aber noch ist es teuer und für einen wettbewerbsfähigen Einsatz müssen vorgeschaltete Prozesse und

das Handling verbessert werden. Der Ultraschall-Spezialist Herrmann Ultraschall, Karlsbad, erforscht derzeit den Einsatz von Ultraschall-Schwingungen zum Fügen von Carbon-Material. Den Ausschlag für diese Entwicklungsarbeit

gaben dabei augenfällige Vorteile des Verfahrens: die Ultraschall-Vibration kann ohne Aufwärmphase ein- und jederzeit ausgeschaltet werden. Es ist keine Energiezufuhr zur Erhaltung eines bestimmten Temperaturlevels nö-



► Carbonlagen mit dazwischen platziertem thermoplastischen Schmelzvlies. Durch Ultraschallvibration schmilzt der Kleber und verbindet die Carbonlagen.

Bildquelle: alle Herrmann Ultraschall



### Technik im Detail

#### Thermisches Fügen mit Ultraschall

Beim thermischen Fügen von Thermoplasten und thermoplastischen Verbunden mit Hilfe von Ultraschall wird die elektrische Spannung in mechanische Schwingungen in einer Ultraschall-Frequenz umgewandelt. Ein Schweißwerkzeug, Sonotrode genannt, leitet die Vibration unter Druck in den Werkstoff ein. Im industriellen Einsatz sind Ultraschall-Frequenzen von 20 bis 35 kHz üblich, mit Amplituden (Werkzeuggestärken) von 10 bis 200  $\mu\text{m}$ . Bei 20 kHz bewegt sich das Werkzeug 20.000 Mal pro Sekunde, allerdings beträgt die Wegstrecke weniger als die Dicke eines menschlichen Haares. Für die kontinuierliche Verarbeitung kann eine klassische stehende Sonotrode oder eine rotierende Walzensonotrode eingesetzt werden. Das Gegenstück ist der sogenannte Amboss. Hat dieser ein Gravurdesign, erreicht man Punktverschweißungen oder Prägungen

Die Ultraschall-Module haben nur einen kleinen Footprint und müssen nicht gereinigt werden. Die Hauptparameter Fügegeschwindigkeit, Druck, und Amplitude können exakt eingestellt und im Prozessverlauf kontrolliert werden. Ultraschall ist zwar grundsätzlich mit höheren Investitionskosten verbunden, jedoch liegen Erfahrungswerte vor, die zeigen, dass über Schnelligkeit, geringeren Energieeinsatz und die höhere Flexibilität in der Verarbeitung eine zügige Amortisation im industriellen Einsatz erreichbar ist.

#### Mehrere Prozess-Schritte mit Ultraschall möglich

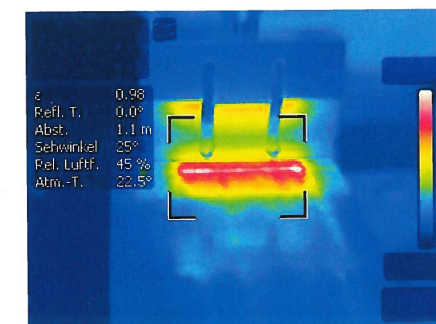
Mit Hilfe des Ultraschalls sind in der Serienproduktion für Faserverstärkte Kunststoffe mehrere Teilprozesse zu realisieren. Zunächst ist hier das Lami-



◀ Ultraschallmodul zum Verbinden von Carbonmaterial.

nieren der einzelnen Lagen mit Hilfe eines sauberen Agenten wie ein Schmelzvlies oder Pulverkleber zu nennen. Die Ultraschallvibration wird über das schwingungstechnische Werkzeug, Sonotrode genannt, in die Carbonlagen eingetragen. Dies führt im Pulverkleber oder Vlies zu Grenzflächenreibung – dabei entsteht Wärme ganz gezielt und lokal eingegrenzt. Der Kleber schmilzt auf und verbindet die Lagen. Dies geschieht mit geringem Energieaufwand über die gesamte Fläche der Sonotrode. Während des Laminationsprozesses entsteht eine sogenannte Kompaktierung der Lagen. Das heißt, die einzelnen Fasern richten sich enger zueinander aus. Die Energie in Form des Ultraschalls schafft es durch die Vibration, den Freiraum zwischen den Lagen definiert zu reduzieren.

Die zweite Einsatzmöglichkeit ist die punktuelle Fixierung von Carbon-Preforms, wie T- oder U-Profilen, um diesen mehr Stabilität zu verleihen. Gerade Formen sind leicht zu handhaben, aber auch an der Umsetzung für geschwungene Formen wird geforscht.



▲ Infrarotbild – Wärme entsteht kontrolliert und zielgerichtet.

Für luftfahrttechnische Teile führt der Ultraschall-Spezialist derzeit Machbarkeitsstudien im Labor durch. Dabei werden nach dem DOE-Prinzip die relevanten Prozessparameter optimiert, vor

allem der nötige Kräfteintrag zum Schmelzen des Bonding-Agenten unter gleichzeitiger Erhaltung der Filamente-Struktur und Faser-Orientierung. Ziel ist die maximal mögliche Schweißgeschwindigkeit für maximale mechanische Stabilität herauszufinden. Bis zu 14 Lagen wurden bereits erfolgreich verschweißt. Die Gefahr der Wellenbildung durch Materialstau (Ondulation) besteht auch beim Ultraschall. Doch hier kann sie über spezielle konstruktive Maßnahmen beim Materialtransport gegen Null reduziert werden. Das Unternehmen hat den Technology Readiness Level (TRL) des Verfahrens nach den erfolgreichen Labortests als hoch eingestuft. Die TRL-Skala ist ein Mittel, das den Reifegrad einer Technologie und damit die Prozess-Sicherheit quantifiziert. Die Ultraschall-Aktivierung erfüllt auch die Anforderungen an die sequenzielle Aktivierung, sowohl in der Sonotroden-Breite wie auch in der Produktlänge.

#### Autor

##### Markus Pasternak

ist Area Sales Manager bei Herrmann Ultraschalltechnik in Karlsbad.  
markus.pasternak@herrmannultraschall.com

#### InfoDirect

www.plastverarbeiter.de

- Link zum Unternehmen
- Link zu weiteren Beiträgen zum Thema Ultraschall
- K 2013, Halle 11 / E26

650pv1013