

Delaminationsprüfung beim mechanischen Fügen von CFK-Alu

Camilo GERHARD*, Philipp WIETHOP*, Holger BOHNDIECK**

* Konzernforschung, Volkswagen AG, Wolfsburg

** Qualitätssicherung, Volkswagen AG, Wolfsburg

Kurzfassung

Die Energieeffizienz, die Rohstoffeinsparung und die Verbesserung von Qualitäts- und Sicherheitsmerkmalen haben in der Automobilindustrie in den letzten Jahren bei der Entwicklung neuer Fahrzeugkonzepte an Bedeutung gewonnen. Die Verwendung von Mischbauweisen, die für das Erreichen der gesetzten Ziele (bezüglich Leichtbau) im Volkswagen Konzern eine wesentliche Rolle spielt, stellt neue Herausforderungen an die Fügetechnik.

Beim Fügen von Aluminium und faserverstärkten Kunststoffen (FVK) hat sich das Halbholstanznieten als eine geeignete und vorteilhafte Technologie erwiesen. Diese mechanische Fügetechnologie wird ohne Vorbohren des FVK eingesetzt, wodurch vermehrt Schädigungen am Werkstoff auftreten können. Bei der Qualitätsbewertung der Verbindung beim Halbholstanznieten spielt die Geometrie des Hinterschnittes sowie die Nietendkopflage eine bedeutsame Rolle. Durch die hohe Belastung während des Fügeprozesses kann beim Einsatz von kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff (CFK) zusätzlich Delamination im Werkstoff vorkommen. Um eine geeignete Parameteranpassung des Fügeprozesses sowie eine Qualitätsprüfung im Produktionsbereich realisieren zu können, ist eine zerstörungsfreie CFK-Prüfung bezüglich Delamination nach dem Stanznieten wünschenswert.

In Arbeiten der Volkswagen Konzernforschung wurden Halbholstanznietproben mit unterschiedlichen Prozessparametern hergestellt. Im Nachhinein wurde eine Prüfung mit Hilfe eines Phased-Array-Prüfkopfes durchgeführt und die Delamination am CFK untersucht. Es ist möglich die Delamination mit diesem Prüfverfahren bis zu einem bestimmten Maß zu detektieren. Die Ergebnisse der Ultraschallprüfung können mit Computertomographie abgeglichen und somit auch ausreichend bewertet werden.

Dieser Beitrag zeigt die Ergebnisse der Untersuchungen. Aus diesen ist es möglich Schwierigkeiten und Herausforderungen beim zerstörungsfreien Prüfen von Stanznietverbindungen, insbesondere von CFK-Alu, abzuleiten. Aufgrund der gewonnenen Erkenntnisse kann der noch offene Handlungsbedarf definiert und zur offenen Diskussion über dieses Themengebiet eingeladen werden.



Delaminationsprüfung beim mechanischen Fügen von CFK-Alu

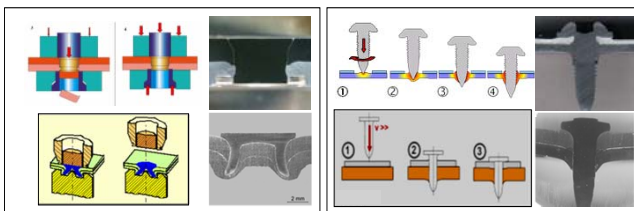
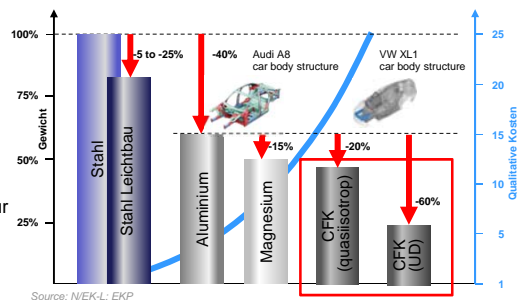
Konzernforschung | Werkstoffe u. Fertigungsverfahren

Camilo Gerhard
Dr. Philipp Wiethop
Holger Bohndieck

Delaminationsprüfung beim mechanischen Fügen von CFK-Alu

Motivation/Ziele

- Steigender Einsatz von CFK durch hybride Leichtbaukonzepte im Fahrzeugbau
- Keine standardisierten Prüfmethode beim mechanischen Fügen im Produktionsbereich bei CFK-Alu-Mischbauweise
- Einführung einer zerstörungsfreien Prüfmethode zur Qualitätssicherung von Stanznietverbindungen



➔ Eine Vielfalt von mechanischen Fügeverfahren für das Fügen von CFK-Alu sind bekannt

➔ Es existieren keine zerstörungsfreien Prüfmethode für die Bewertung von Nietverbindungen

Delaminationsprüfung beim mechanischen Fügen von CFK-Alu

- Zwischenfaserbruch
- Faserbruch
- Delamination



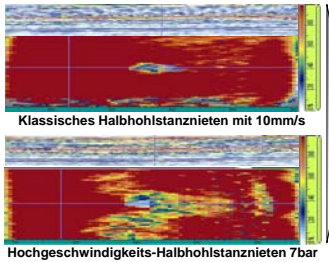
Mögliche Schäden bei CFK-Verwendung

Erkenntnisse

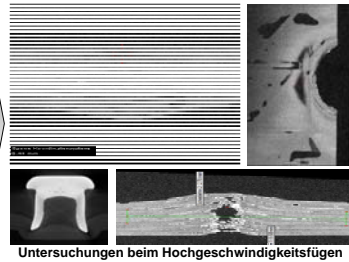
- Bei Verwendung von CFK beim mechanischen Fügen können Delaminationen hervorgerufen werden
- Zerstörende Prüfmethoden geben keine Aussage zur Delamination
- Eine zerstörungsfreie Prüfmethode muss zur Qualitätsbestimmung sowie zur Prozessoptimierung gefunden werden

Vorgehensweise zur Entwicklung einer neuen Prüfmethode

US-Phased-Array Messungen



Abgleich durch CT Untersuchungen



Neuer PAUS-Prüfkopf

- Entwicklung eines PAUS-Prüfkopfes mit geeigneter Geometrie für die Prüfung von Nietverbindungen
- Laborversuche mit dem entwickelten Prüfkopf zur Parameteranalyse und gegebenenfalls Optimierungen
- Ringversuch bei unterschiedlichen Konzernmarken

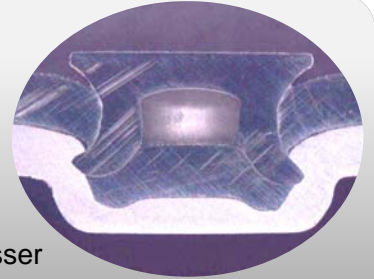


Delaminationsprüfung beim mechanischen Fügen von CFK-Alu

Motivation/Ziele

- Steigender Einsatz von CFK durch hybride Leichtbaukonzepte im Fahrzeugbau
- Keine standardisierten Prüfmethode beim mechanischen Fügen im Produktionsbereich bei CFK-Alu-Mischbauweise
- Einführung einer zerstörungsfreien Prüfmethode zur Qualitätssicherung von Stanznietverbindungen

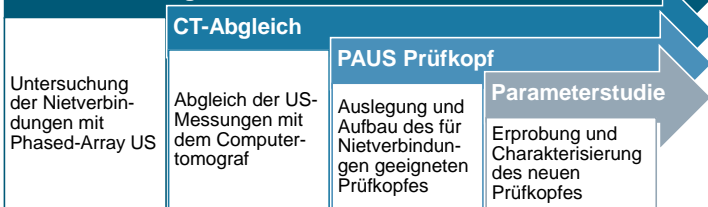
- Nietkopfendlage
- Risse
- Hinterschnitt
- Matrizendurchmesser



Bewertungskriterien beim intermetallischen Nieten

Technischer Lösungsweg

US Untersuchung



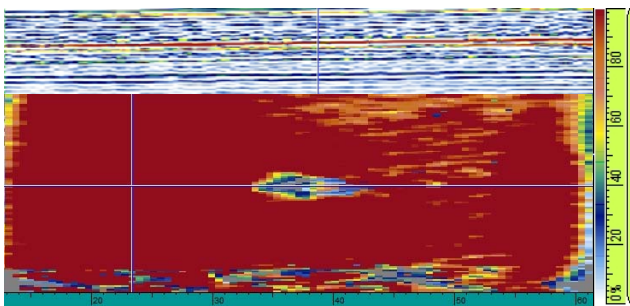
- Zwischenfaserbruch
- Faserbruch
- Delamination



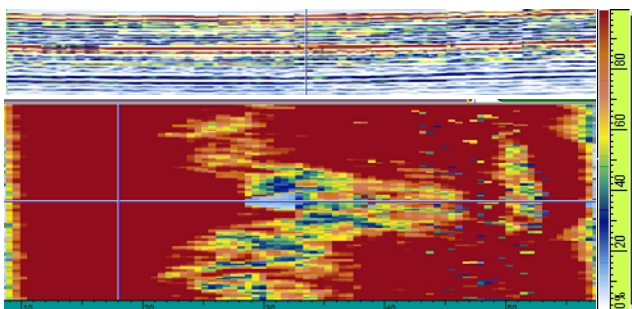
Mögliche Schäden bei CFK-Verwendung

Bereits durchgeführte Laboruntersuchungen

Phased-Array-Messungen (Gerät OnmiScan MX2)

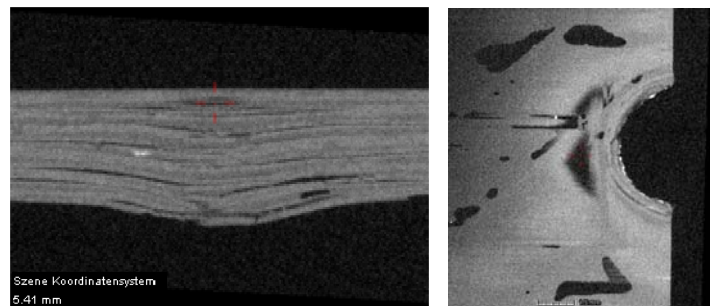


Klassisches Halbhohlstanznieten mit 10mm/s



Hochgeschwindigkeits-Halbhohlstanznieten 100m/s (7bar)

Abgleich mit Computertomografie



Untersuchungen beim Hochgeschwindigkeitsfügen

Maßnahmen:

- Entwicklung eines PAUS-Prüfkopfes mit geeigneter Geometrie für die Prüfung von Nietverbindungen
- Laborversuche mit dem entwickelten Prüfkopf mit Parameteranalyse und gegebenenfalls Optimierungen
- Ringversuch bei unterschiedlichen Konzernmarken, um die Prüfmethode hinsichtlich einer Prozessfreigabe zu untersuchen

Projektphase:

EXPLORATION

MACHBARKEIT

TRANSFER

SERIE