

# KLEBFERTIGUNG IM AUTOMOBILBAU

## ENTWICKLUNG, VALIDIERUNG UND PROTOTYPISCHE UMSETZUNG EFFIZIENTER UND QUALITÄTSGESICHERTER ZERSTÖRUNGSFREIER PRÜFTECHNIK

### Stichworte

Zerstörungsfreie Qualitätssicherung, Klebtechnik, Null-Fehler-Produkte, vollautomatisierte Auswertung, Mustererkennung und Klassifizierung, Validierung, Prototypenaufbau

Nondestructive Quality Control, Adhesive Bonding, Zero Defect Bonding, Fully Automated Analysis, Pattern Recognition and Classification, Validation, Prototype Implementation

### Situation

Unabhängig davon, welche Antriebstechnologien und Mobilitätskonzepte (emissionsarme Verbrennungsmotoren, elektrische Antriebe, Hybridfahrzeuge etc.) sich zukünftig durchsetzen werden, steht der Leicht- und Mischbau im Fokus der Automobilentwicklung. Die maßgebliche Herausforderung für den Leichtbau besteht in der Verbindung der unterschiedlichen Materialien (Leichtbauwerkstoffe) und Komponenten. In dieser Hinsicht kommt insbesondere der Hochleistungstechnologie Kleben im Mischbau eine zentrale Rolle zu.

Um die Leichtbaupotenziale durch Klebverbindungen auszureizen, besteht aus Anwendersicht erheblicher Bedarf für die Prozesssicherung und für Methoden zum zerstörungsfreien Nachweis der strukturellen Belastbarkeit. Industriell nutzbare und produktionsseitig integrierbare Sensoren und Prüfsysteme werden für die sichere klebtechnische Fertigung in der Automobilproduktion dringend benötigt. Mit einer sensorisch überwachten Klebfertigung und mit validierter zerstörungsfreier Bauteilprüfung (ZfP) können Leichtbaukonzepte zukünftig besser ausgeschöpft und der technische sowie wirtschaftliche Wettbewerbsvorsprung ausgebaut werden.

### Aufgabenstellung

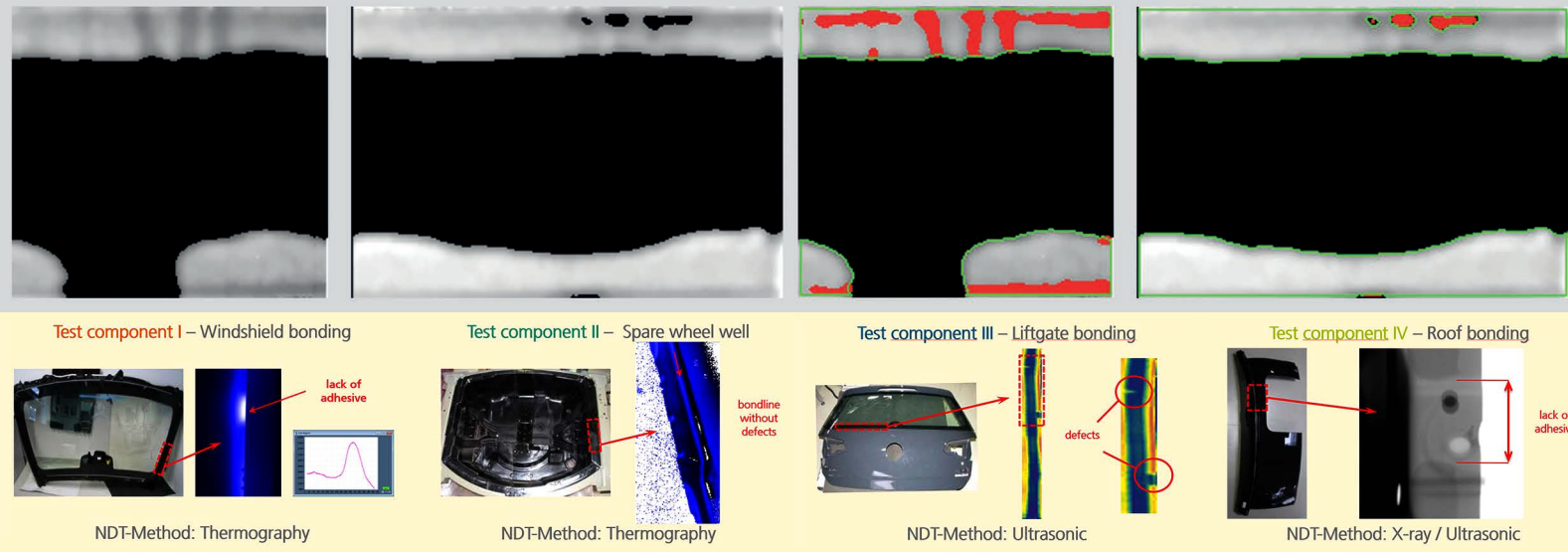
Das Fraunhofer IZFP wurde von einer Allianz automobiler deutscher Automotive-OEM mit der strategischen Entwicklung, Planung und Projektsteuerung einer ganzheitlichen Realisierung der Qualitätssicherung mit Hilfe von zerstörungsfreien Methoden für die klebtechnische Fertigung im Automobilbau beauftragt. Auch in EU-Forschungsvorhaben (CoReNet) werden ZfP-Methoden für die Null-Fehler-Produktion in der Klebtechnik für den Fahrzeugbau weiterentwickelt und validiert (*Zero Defect Manufacturing*).

### Ergebnisse

Das zerstörungsfreie Monitoring mit weiterentwickelten Prüf- und Sensortechnologien kann besonders vorteilhaft für die Qualitätssicherung beim Kleben im Automobilbau eingesetzt und in ein durchgängiges Qualitätskonzept eingebettet werden. Verfahrenseitig werden Applikationen mit automatisierten, robotergestützten ZfP-Methoden auf Basis diverser Ultraschall-Varianten, Thermographie, Shearographie oder 3D-Röntgen-CT genutzt. Die wichtigsten heute von Automobil-OEM eingesetzten Klebapplikationen (Material- und Klebstoffkombinationen für Struktur- und Montageklebungen von Realbauteilen) wurden für einen ZfP-Eignungskatalog analysiert und die jeweiligen Potenziale und Leistungsgrenzen beschrieben. Erstmals wurde eine vollautomatisierte Ergebnisanalyse und fortschrittliche Mustererkennung zur zerstörungsfreien Bewertung und Analyse realisiert und in ein Software-Konzept integriert (obere Abbildung). An repräsentativen Baugruppen wurden vollautomatisierte ZfP-System-Prototypen validiert (untere Abbildung). Diese werden derzeit zusammen mit System-Integratoren industriell eingeführt.

Darüber hinaus werden in den kommenden Jahren erweiterte ZfP-Methoden (E-NDT Sensortechnologien) in den Fokus der FuE-Arbeiten rücken. Diese sind für den industriellen Einsatz an





Oben: Systemanalyse und Mustererkennung; unten: Validierung vollautomatisierter ZfP-System-Prototypen

realen Automobilbauteilen und zum Einsatz in der klebtechnischen, industriellen Fertigung weiter zu entwickeln und zu ertüchtigen (Entwicklung der Technologiereife bis TRL 6). Diese ZfP-Methoden zielen auf die unmittelbare Detektion von »schwachen Klebungen« (*weak bonds*), die Ermittlung der dafür verantwortlichen Ursachen, also des mangelhaften Aushärtungsgrades von Klebstoffen sowie die zerstörungsfreie Klassifizierung der Klebverbundfestigkeit.

Damit kann der Einsatz kostenintensiver, zerstörender Verfahren zur Überprüfung der Leistungsfähigkeit von Klebungen zukünftig reduziert bzw. eingespart, der Fahrzeugleichtbau durch Verzicht auf zusätzliche Absicherungsstellen und durch Einsparung von konstruktiven Sicherheitszuschlägen vorangetrieben und somit das Leichtbaupotenzial für innovative Fahrzeugkonzepte wesentlich besser genutzt werden.

Durch die gemeinsame Aktivität renommierter nationaler Forschungseinrichtungen unter Leitung des Fraunhofer IZFP mit den fünf führenden deutschen Automobilherstellern sowie mit etablierten klein- und mittelständischen Unternehmen der Sensor- und Automatisierungstechnik wird eine Steigerung der Innovationskraft im internationalen Vergleich und für diese bisher ungelösten Fragestellungen erreicht.

### Auftraggeber

Daimler / Mercedes, Audi, BMW, Porsche, Volkswagen  
EU / CoReNet

### Summary

Nondestructive monitoring by means of enhanced inspection and sensor technologies is especially advantageous for assuring the quality of bonding technologies in automotive manufacturing. Moreover, it can be embedded into a consistent quality concept. Potential applications include automated, robot-assisted NDT procedures based on diverse ultrasound variants, thermography, shearography or 3D X-ray CT. This project analyzed the key bonding applications used in automotive manufacturing (combinations of materials and glues for structural and assembly bonding) in order to develop a catalogue of suitable NDT processes. The associated opportunities and limitations were outlined as well.

For the first time, a fully automated analysis of results together with an enhanced procedure of pattern recognition for nondestructive assessment and analysis was realized and integrated into a software concept (upper figure). Additionally, fully automated prototypes of NDT systems were validated by means of representative assemblies (lower figure). These systems are currently implemented in industrial applications by system integrators.

### Ansprechpartner

Prof. Dr.-Ing. Bernd Valeske  
+49 681 9302 3610  
bernd.valeske@izfp.fraunhofer.de

