

Die in Voruntersuchungen festgestellte Abhängigkeit der Schallgeschwindigkeit von der plastischen Verformung der Werkstoffe kann zu einer Verbesserung der Messgenauigkeit herangezogen werden. Die kontinuierlich während des Prozesses ermittelten Bodendicken können zur Steuerung der Kraft auf Stempel und Matrize genutzt werden.

Die prinzipielle Machbarkeit der Online-Bestimmung der Bodendicke im Clinchprozess wurde in einer Prototypanlage nachgewiesen. Dazu wurde ein Ultraschallsensor in eine Matrize eingebaut.

### Kennen Sie schon unsere industrietauglichen Dienstleistungen?

- Akkreditiertes Prüflabor gemäß DIN EN ISO/IEC 17025 für verschiedene ZfP-Verfahren
- Kompetenzbescheinigung des akkreditierten Labors, im Bereich der Ultraschallprüfung (neue) zerstörungsfreie Prüfverfahren für die industrielle Prüfpraxis zu qualifizieren und validieren
- Schneller Transfer bis zur Marktreife für den qualifizierten, normenkonformen Einsatz in industriellen Anwendungen sowohl für Neuentwicklungen (Eigenentwicklungen) oder für Anpassungen
- Unser zugehöriges Qualitätsmanagementsystem ist nach DIN EN ISO 9001 zertifiziert

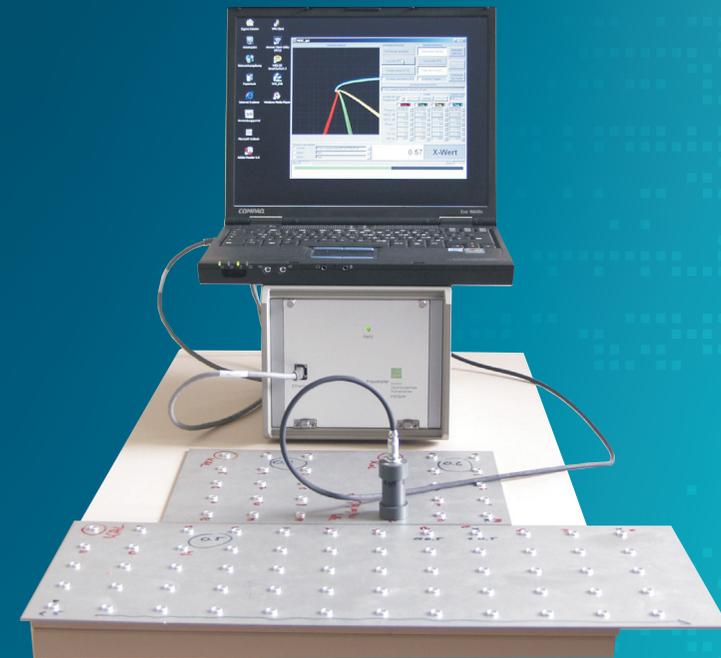
### Kontakt

Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie  
Prüfverfahren IZFP

Campus E3 1  
66123 Saarbrücken

+49 681 9302 0

info@izfp.fraunhofer.de  
www.izfp.fraunhofer.de



## Off- und Online-Messungen der Bodendicke im Clinchpunkt

# Clinchen



Links: Skizze zur Online-Bestimmung der Bodendicken im Fügepunkt mit Ultraschallverfahren; rechts: Hinterschneidung in der Fügezone und Qualitätsmerkmal Bodendicke

## Clinchen – Off- und Online-Messungen der Bodendicke im Clinchpunkt

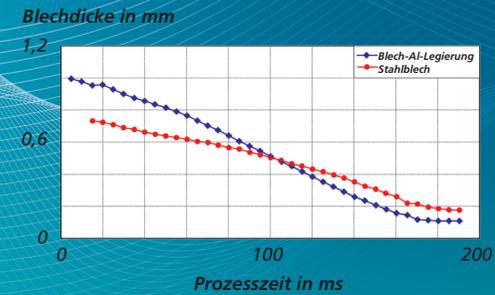
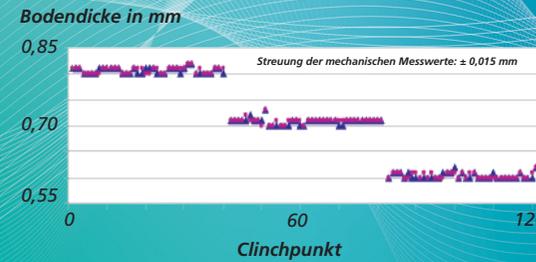
»Clinchen«, ein Durchsetzfügeverfahren, ist dadurch gekennzeichnet, dass die formschlüssige Verbindung aus dem Material der zu verbindenden Teile selbst gebildet wird. Durch aufgetragenen Druck fließt Material in die eigentliche Fügezone, die Hinterschneidung. Dabei reduzieren sich die ursprünglichen Dicken der beiden Fügeteile unterschiedlich stark. Der Massenanteil in der Hinterschneidung korreliert mit der Bodendicke, also mit der Gesamtdicke der beiden Fügeteile im Fügepunkt. Die Bodendicke im Fügepunkt ist das Qualitätsmerkmal der Clinchverbindung.

Die Qualitätssicherung nutzt eine Kraft/Weg-Messung: Dabei werden die Fügekraft sowie der Werkzeugweg während des Fügens gemessen und anhand einer Referenzkurve, die die Änderungen von Fügekraft und Werkzeugweg bei einer

optimalen Fügeverbindung angibt, verglichen. Bei Abweichungen kann die Fügekraft reduziert oder erhöht werden, um zu dem der Referenzkurven entsprechenden Kraft-Weg-Verlauf des Fügeprozesses zurückzukommen.

Die vom Fraunhofer IZFP entwickelten Verfahren ermöglichen die zerstörungsfreie Bestimmung des Qualitätsmerkmals Bodendicke eines jeden Fügepunktes.

**Offline-Bestimmung der Bodendicke**  
Zur schnellen Qualitätsüberwachung der Clinchpunkte wurde das Wirbelstrom-Mehrfrequenzverfahren weiterentwickelt. Ein Wirbelstromsensor wird auf die stempelseitige oder matrizenseitige Oberfläche so aufgelegt, dass der gesamte Bereich des Clinchpunktes von dem erzeugten Wirbelstromfeld durchsetzt



Links: Ergebnisse Offline-Verfahren Bestimmung der Bodendicke bei gefügten Al-Blechen; rechts: Während des Clinchens ermittelte Bodendickenabnahmen des jeweils matrizenseitigen Bleches

wird. Die elektrische Leitfähigkeit und im Falle ferritischer Fügepartner auch die Permeabilität bestimmen die Stärke und Verteilung der in der Fügezone erzeugten Wirbelströme. Die Stärke der Wirbelströme wird auch von dem durchfluteten Massenvolumen bestimmt. Unterschiedliche Bodendicken und unzureichend ausgebildete Hinterschneidungen verändern das durchflutete Volumen und damit die elektromagnetische Rückkopplung auf das Signal des Wirbelstromsensors.

Die elektromagnetischen Materialeigenschaften und das durchflutete Volumen beeinflussen das Messsignal bei unterschiedlichen Prüffrequenzen in unterschiedlicher Weise. Durch die Kombination mehrerer Wirbelstromfrequenzen können Störgrößen wie Sensorabhebung von der Oberfläche, Leitfähigkeits-/Permeabilitätsänderungen von der Zielgröße Bodendicke unterschieden werden. Das Verfahren wird kalibriert. Nachdem die Messdatenaufnahme an vermeintlich guten und vermeintlich schlechten Clinchverbindungen durchgeführt wurde, werden die

Clinchverbindungen zerstörend charakterisiert, um die Merkmale den gemessenen Wirbelstromergebnissen gegenüberzustellen. Durch spezielle Verknüpfungsalgorithmen werden die Messzuverlässigkeit/Messgenauigkeit des Wirbelstromverfahrens erhöht.

**Online-Bestimmung der Bodendicke**  
Ultraschallsensoren sind in Stempel und Matrize des Clinchwerkzeuges eingebaut und senden/empfangen hochfrequente Ultraschallwellen. Sobald der Stempel Druck auf das Fügeteil ausübt, breitet sich die Schallwelle im stempelseitigen Fügeteil aus. Der Schallimpuls wird an der Grenzfläche zum matrizenseitigen Fügeteil reflektiert und wieder empfangen. Die Laufzeit des Schallimpulses wird mit einer Messrate von ca. 100 Hz gemessen. Unter Nutzung des für das betreffende Material zuvor experimentell ermittelten Wertes der Schallgeschwindigkeit wird aus dieser Laufzeit die Dicke des stempelseitigen Fügeteils berechnet. In vergleichbarer Weise wird die Dicke des matrizenseitigen Fügeteils bestimmt.