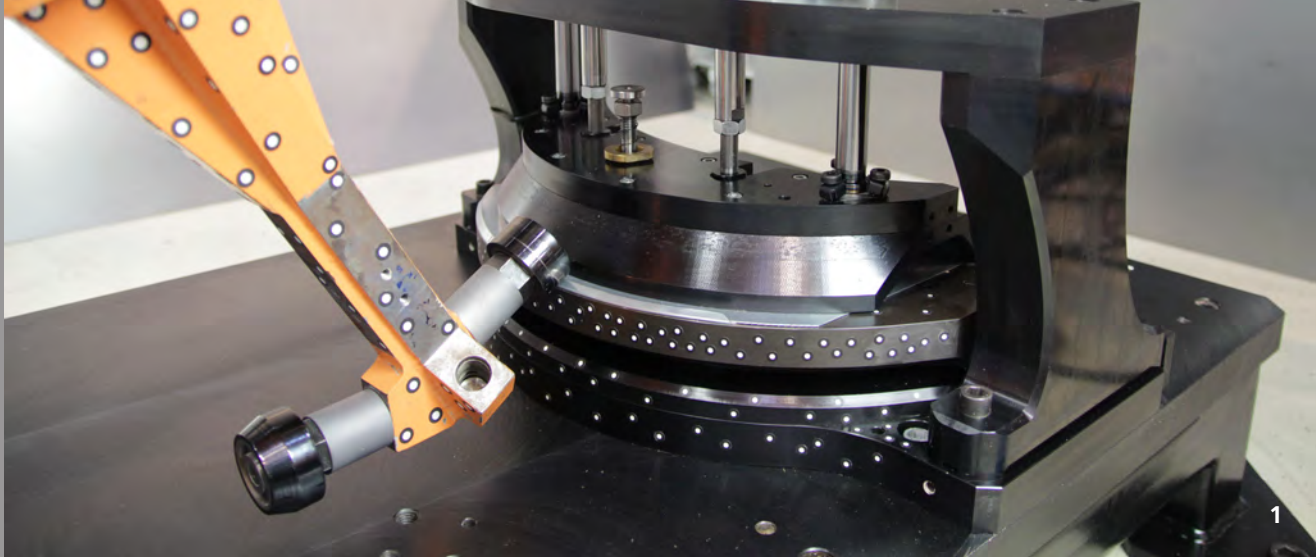


# FALZEN UND FALZKLEBEN





# FALZVERFAHREN

## ... BEWÄHRTES NEU BETRACHTET

## MASCHINEN-, ROLL- UND ZANGENFALZEN

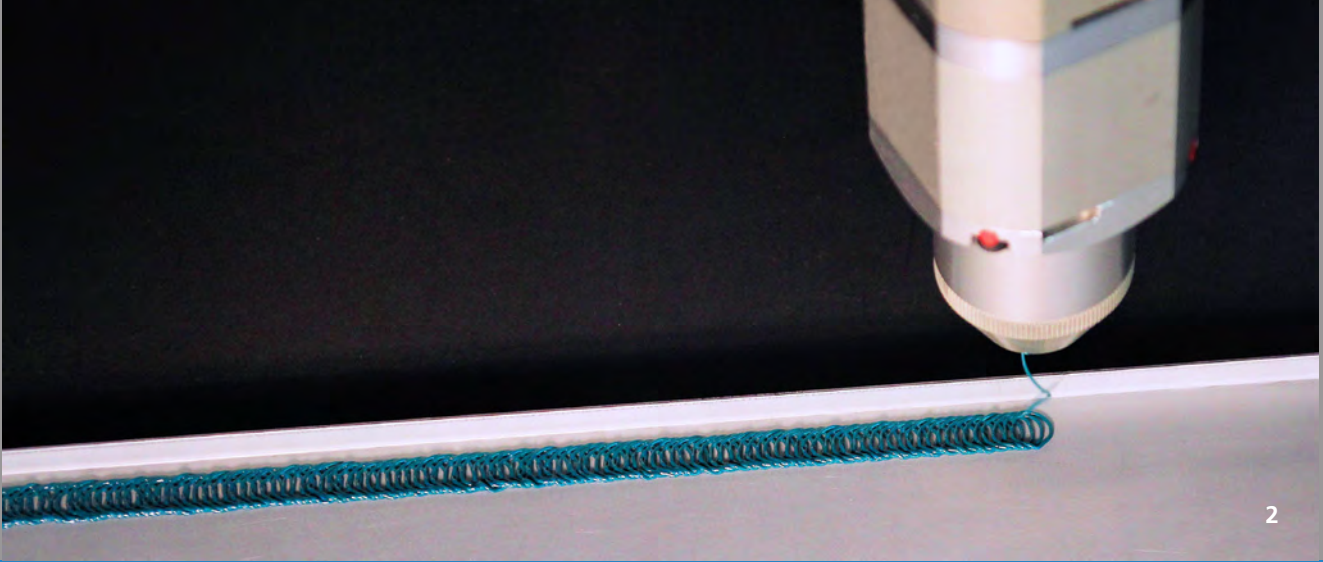
Falzen ist eine bewährte Fügetechnologie zum Verbinden von Blechteilen, wie beispielsweise dem Außenblech und dem Innenteil an automobilen Karosseriebaugruppen, ohne eine von außen sichtbare Verbindungsstelle. Dabei wird ein zuvor abgestellter Bord am Umriss des Außenblechs in einem mehrstufigen Prozess um das Innenteil gebogen. Zur Herstellung einer Falzverbindung werden vorrangig die Verfahren werkzeuggebundenes Falzen (Maschinenfalzen) und Rollfalzen eingesetzt.

Bei der Bewertung der Qualität automobiler Karosserien ist die Außenhaut ein maßgebendes Merkmal. Ungenauigkeiten in der Oberfläche oder Abweichungen in Spaltmaß und Bündigkeit an Anbauteilen verringern die Qualität und Anmutung. Ebenso wirkt sich die Maßhaltigkeit auf die Funktionalität des Bauteils aus. So können Abweichungen beispielsweise bei Türen zu unerwünschten Fahrgeräuschen, Dichtungsproblemen oder hohen Schließkräften führen.

Wesentliche Aspekte unserer Forschung zum Falzen sind die Vermessung und Bewertung von Falzverbindungen sowie die Optimierung in der Falztechnik, um die Qualität gefalzter Baugruppen und die Effizienz der Falzprozesse zu sichern. In unseren Versuchseinrichtungen falzen wir verschiedene Baugruppengeometrien und Blechwerkstoffe sowohl mit den gängigen Falztechnologien als auch mit neu entwickelten Verfahren. Dabei untersuchen wir systematisch den Einfluss verschiedener Bauteil- und Prozessparameter und ermitteln gezielt die Abhängigkeiten wichtiger Kenngrößen, z. B. Maßhaltigkeit, Packmaß und Falzverlust.

Neben etablierten Falzverfahren entwickeln wir neue Verfahrensvarianten weiter, z. B. das Zangenfalzen, welches das Schließen des Falzes in einem Prozessschritt ermöglicht.

1 Rollfalzen einer konkav/konvex gekrümmten Falzbaugruppe



## FALZKLEBEN ... GEMEINSAM STÄRKER

### HYBRIDE FÜGETECHNOLOGIE FÜR AUTOMOBILE ANBAUTEILE

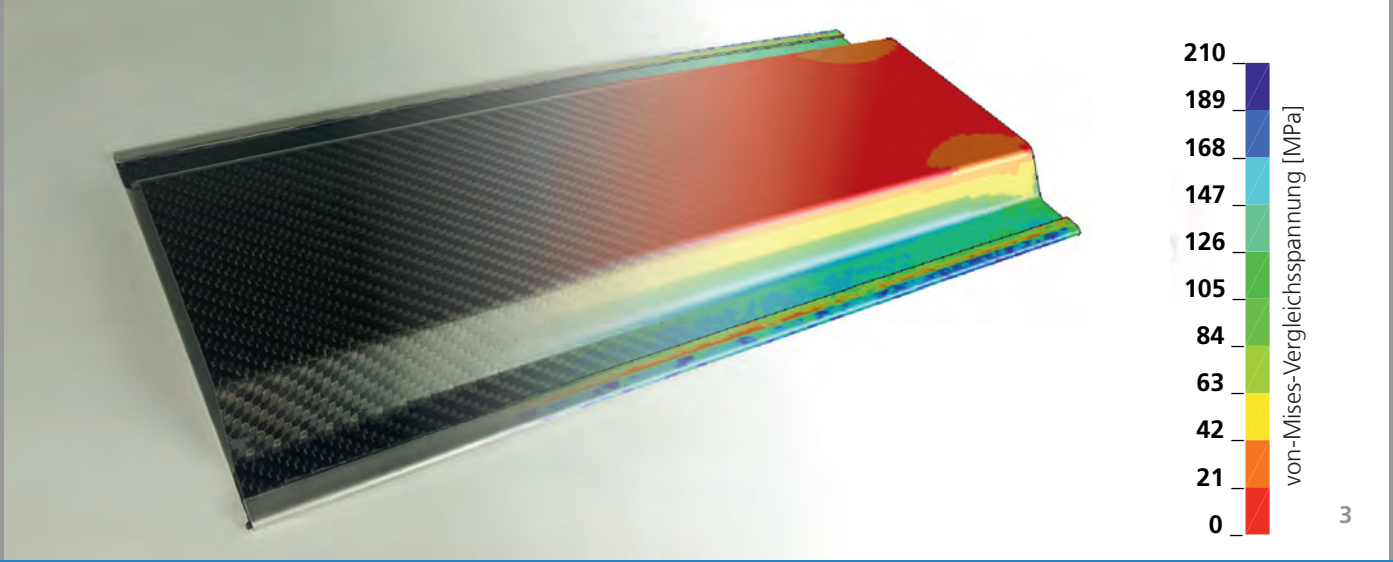
Die Kombination der Fügeverfahren Falzen und Kleben wird im automobilen Rohbau eingesetzt, um Türen, Hauben und Klappen mit hoher Tragfähigkeit zu fügen. Dazu wird vor dem Falzprozess ein Klebstoff auf das Außenteil appliziert, der sich während des Falzens zwischen Innen- und Außenteil verteilt. Die Verklebung schützt den Falz vor Korrosion und erhöht die Festigkeit und Steifigkeit der Baugruppe signifikant. Ausgehärtet wird der Falzklebstoff, während die gesamte Karosserie im Zuge des Lackierprozesses den KTL-Trockner bei Temperaturen von ca. 180 °C durchläuft.

Im industriellen Falzklebeprozess kann es aufgrund verschiedener Störgrößen zur Entstehung von Fehlstellen in der Verklebung kommen. Das Fraunhofer IWU unterstützt die Industrie bei der Baugruppen- und Prozessanalyse, um die Qualität der geklebten Falzbaugruppen systematisch zu erhöhen. In unseren Versuchseinrichtungen stellen wir die gesamte Prozesskette Falzkleben experimentell dar. Dabei können wir verschiedene Klebstoffe, Applikationsarten, Blechwerkstoffe, Baugruppengeometrien, Falztechnologien und Klebstoffaushärtungsstrategien untersuchen. Mit der gezielten Variation einzelner Einflussfaktoren ermitteln wir systematisch die Abhängigkeiten wichtiger Kenngrößen wie Füllgrad oder Klebqualität. Diese Erkenntnisse helfen, Prozesse zu optimieren und Falzverklebungen bedarfsgerecht auszulegen.

Falznähte an Türen und Klappen werden häufig mit einer PVC-Feinnahtabdichtung versiegelt, die den Falz zusätzlich vor Korrosion schützt. Beim Abbinden des Nahtabdichtungsmaterials im PVC-Ofen kann es jedoch zu einer unerwünschten Blasenbildung kommen. Die Ermittlung der Ursachen dieser Blasenbildung und Maßnahmen zu deren Reduzierung sind Gegenstand aktueller Forschungsarbeiten.

**2** *Applikation des Falzklebstoffs auf das Außenblech im Swirl-Verfahren*





# FALZSIMULATION

## ... EINEN RECHENSCHRITT VORAUS

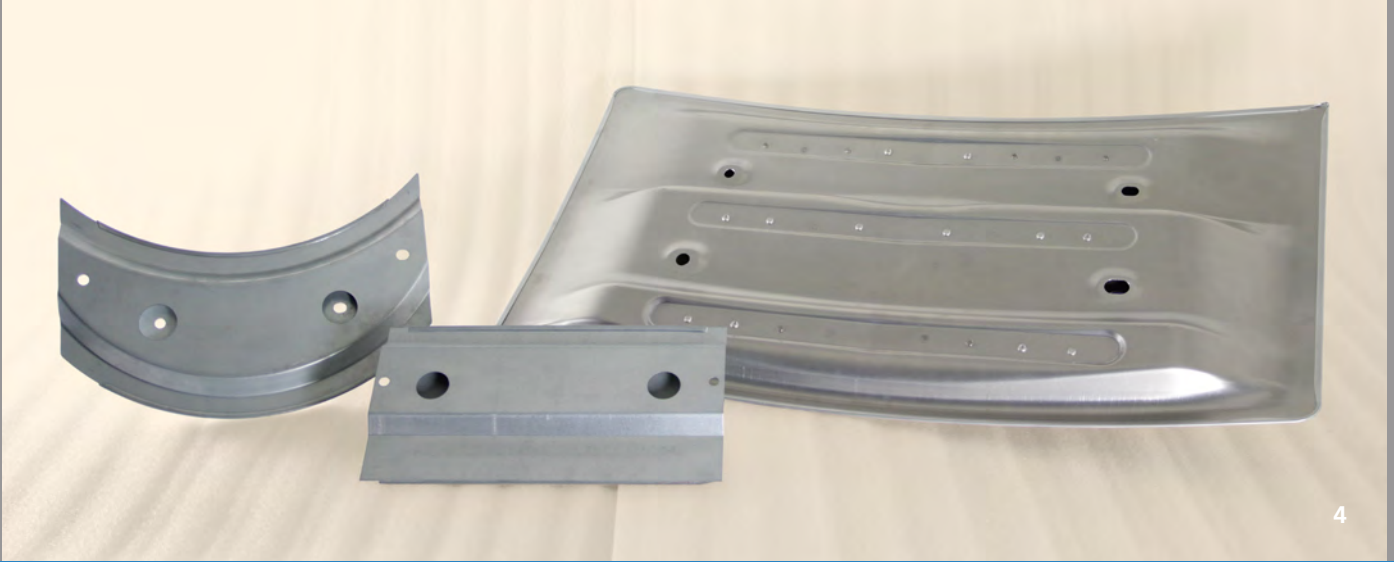
### ABBILDUNG DER GESAMTPROZESSKETTE

Die Finite-Elemente-Methode (FEM) ist heute das Standardwerkzeug zur numerischen Darstellung von Umformprozessen. Die Falzsimulation unterstützt die Anlagen- und Werkzeugplanung und ermöglicht eine Prognose der Maß- und Formgenauigkeit der gefalzten Baugruppen. Das Falzen stellt aufgrund der charakteristischen Prozessführung gesonderte Ansprüche an die FE-Simulation bezüglich mehrstufigen Vorgehens, Dehnraten, Kontaktbedingungen, Netzgestaltung und wechselnden Umformzonen.

Am Fraunhofer IWU wird der anspruchsvolle Prozess der Modellbildung weiterentwickelt. So ist es beispielsweise möglich, als Eingangsgeometrie der Simulation ein reales Bauteil zu nutzen, indem es optisch vermessen und prozessgerecht vernetzt wird. Das ist gerade für das Falzen von immenser Bedeutung, denn die Falzoperationen erfolgen am Ende des Rohbauprozesses. Das heißt, die Einflussgrößen der gesamten Prozesskette und deren Streuungen bewirken eine Abweichung der zu falzenden Realbauteile von den CAD-Daten. Mithilfe optischer Messtechnik kann die reale Geometrie der Bauteile auch nach jedem einzelnen Prozessschritt vermessen werden. In der Folge lässt sich ein punktgenauer Abgleich zum Simulationsergebnis vornehmen und so die Prognosequalität der Simulation bewerten und optimieren. Unterstützend erfolgt der Abgleich der Simulation mit der Realität durch Schlibbilder des Falzergebnisses.

Zur Lösung der Simulationsmodelle werden, bedingt durch deren Komplexität und Detailtiefe, hohe Rechenkapazitäten und -zeiten benötigt. Hierbei werden jedoch schnell Grenzen der Machbarkeit und Rentabilität erreicht. Am Fraunhofer IWU forschen wir an Ersatzmodellen für die Falzsimulation, die sowohl eine hohe Prognosequalität als auch einen effizienten Berechnungsaufwand sichern.

**3** von-Mises-Vergleichsspannung nach simuliertem Falzvorgang und Offenprozess einer hybriden CFK-Aluminium-Baugruppe – Überblendung mit Realbauteil



## PROZESSENTWICKLUNG ... VON DER IDEE ZUR PERFEKTION

### UNSER ANGEBOT

Mit moderner Messtechnik und leistungsfähigen Analyseverfahren untersuchen wir Aufgabenstellungen zum Falzen und Falzkleben sowohl an Anlagen beim Auftraggeber vor Ort oder an Versuchseinrichtungen am Fraunhofer IWU.

Folgende Leistungen bieten wir an:

- Analyse und Bewertung der Qualität von Falzverbindungen und Falzklebeverbindungen
- Werkzeug- und Prozessoptimierung zum Erzielen fehlerfreier Falzgeometrien
- Vorausberechnung von Maßabweichungen gefalzter Baugruppen
- FE-Simulation von Falzprozessen für Sensitivitätsanalysen, Prozessoptimierungen und die Identifikation von Prozesskräften
- Messung der Geometrie von Falzwerkzeugen und Bauteilen unbelastet und bei Betriebslast mit optischer Messtechnik
- Messung von Prozesskräften an Falzbacken und Falzrollen
- Analyse der Ursachen von Klebfehlern und Optimierung des Klebstoffauftrags
- Messung von Deformationen gefalzter Baugruppen in Ofenprozessen

Bei Aufgabenstellungen zum Falzkleben erfolgt die Versuchsdurchführung, Auswertung und Dokumentation nach Anforderungen der DIN 2304 »Klebtechnik – Qualitätsanforderungen an Klebprozesse«.

**4** Modellgeometrien für Falzversuche am Fraunhofer IWU (links: konkav/konvex gekrümmte Probe, ca. 300 mm x 250 mm, 2 Falznähte; Mitte: gerade Probe, ca. 300 mm x 200 mm, 1 Falznaht; rechts: komplexe Modellbaugruppe, ca. 800 mm x 500 mm, umlaufend gefalzt)

**Herausgeber**

Fraunhofer-Institut für  
Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU  
Reichenhainer Straße 88  
09126 Chemnitz

Telefon +49 371 5397-0  
Fax +49 371 5397-1404  
info@iwu.fraunhofer.de  
www.iwu.fraunhofer.de

**Institutsleiter****Wissenschaftsbereich Umformtechnik und Fügen**

Prof. Dr.-Ing. Dirk Landgrebe  
Telefon +49 371 5397-1420  
dirk.landgrebe@iwu.fraunhofer.de

**Abteilung Mechanisches Fügen**

Dipl.-Ing. Fred Jesche  
Telefon +49 351 4772-2410  
fred.jesche@iwu.fraunhofer.de