

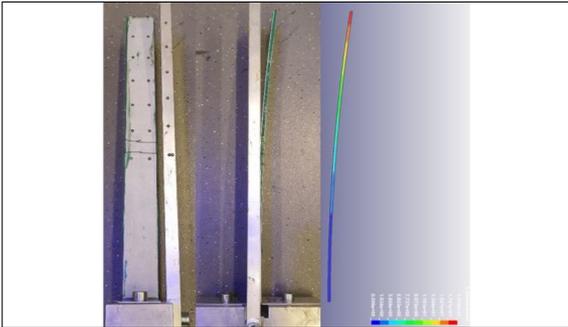


Gian-Marco Cunti

Diplomand	Gian-Marco Cunti
Examinator	Prof. Dr. Pierre Jousset
Experte	Prof. Dr. Michael Niedermeier, Hochschule Ravensburg-Weingarten, Weingarten, BW
Themengebiet	Kunststofftechnik
Projektpartner	Sika AG, Zürich, ZH

## Deformationsverhalten einer geklebten Bi-Metall-Probe nach Aushärtung

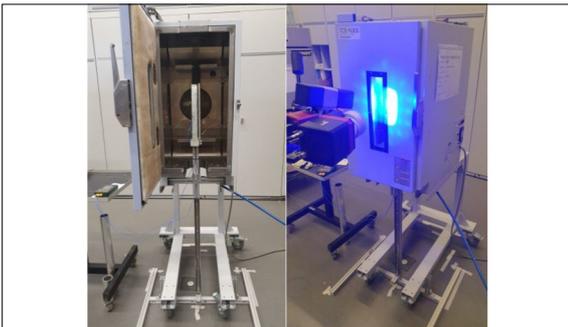
### Entwicklung einer Kühlkammer - Temperatur-, Wegmessung und FE-Simulation



Auftretende Verformung der Bi-Metall-Probe nach Abkühlung von 180°C bis 23°C und vergleichende Simulation  
Eigene Darstellung

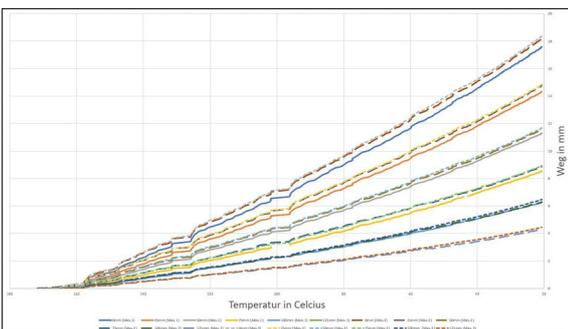
**Ausgangslage:** Die Firma Sika Automotive AG ist ein bedeutender Zulieferer von Klebstoffen für die Automobilindustrie. Im Karosserierohrbau kommen heisshärtende Klebstoffe und zunehmend ungleiche Materialtypen als Fügepaare zum Einsatz. Dies erzeugt aufgrund unterschiedlicher thermischer Ausdehnungskoeffizienten Deformationen und Spannungen. Diese können ein unerwünschtes Ausmass annehmen und den Klebstoff in ungünstigen Fällen bis zur Schädigung belasten. Treibende Grössen sind neben Material, Gestalt der Fügepaare und eventuell zusätzlich vorhandenen Fügepaarungen, der spezifische Klebstoff, die Klebschichtdicke und die Abkühlrate.

**Ziel der Arbeit:** Die Aufgabe der Bachelorarbeit besteht darin, das Deformationsverhalten einer geklebten Bi-Metall-Probe, nach dem Aushärten im Ofen, beim Abkühlen von 180 Grad auf Raumtemperatur zu untersuchen. Zwei heisshärtende Epoxy Klebstoffe mit verschiedenen mechanischen Eigenschaften und Klebschichtdicken werden geprüft. Es soll ein Versuchsaufbau mit Kühlung entwickelt werden, welcher in Kombination mit einem Messsystem das Deformationsverhalten messen kann. Es soll der Temperatur-Zeit- und der Weg-Zeit-Verlauf aufgezeichnet und anschliessend ausgewertet werden können. Zusätzlich soll noch eine FE-Simulation des Prüfkörpers erstellt werden und die Ergebnisse der experimentellen und numerischen Untersuchungen sollen verglichen werden. Die Materialkarten des Klebstoffs werden zur Verfügung gestellt. Der Einfluss der verschiedenen Parameter soll mithilfe der FE-Simulation untersucht werden. Damit soll ein Verständnis für die fertigungstechnischen und messtechnischen Möglichkeiten und Einflussfaktoren bei Mischbauteilen geschaffen werden. Ebenfalls kann die Vorhersagegüte der Simulation abgeschätzt werden und Erkenntnisse zur Gestaltung von verklebten Multimaterialbauteilen können abgeleitet werden.



Versuchsaufbau ist integriert mit Temperierkammer mit Aktivkühlung durch Wirbelrohr und GOM-Messsystem  
Eigene Darstellung

**Ergebnis:** Die experimentellen Untersuchungen mit dem entwickelten Versuchsaufbau, mit der Wirbelrohr-Kühlung, sind wiederholbar und streuen zwischen 4 und 12.5 %. Durch den optimierten Versuchsablauf und der entwickelten Referenzplatte konnte das Deformationsverhalten über den gesamten Temperaturbereich gemessen werden. Die Messresultate konnten alle in Diagrammen dargestellt und untereinander verglichen werden. Es hat sich gezeigt, dass der Klebstofftyp und die Klebschichtdicke einen grossen Einfluss auf das Biegeverhalten der Probe haben. Eine Probe mit einer grösseren Klebschichtdicke ist nachgiebiger und erfährt eine deutlich geringere Deformation. Die Abkühlrate hat keinen grossen Einfluss auf das Biegeverhalten. Zusätzlich konnte ein thermo-mechanisches FE-Modell schrittweise aufgebaut werden. Für die Simulation wurden die Substrate elastisch modelliert und für den Klebstoff wurde eine Materialkarte aus der Literatur verwendet. Das FE-Modell ist in der Lage, den Einfluss von geometrischen Eigenschaften, wie Beispielsweise der Klebschichtdicke, auf die Biegung des Prüfkörpers gut abzubilden.



Vergleich derselben Konfiguration der Messungen im Weg-Temperatur-Diagramm  
Eigene Darstellung