

# Simulation und Validierung des Fließverhaltens eines pastösen, unausgehärteten Klebstoffs bei Injektion in einen Klebespalt

Student



Max Kuster

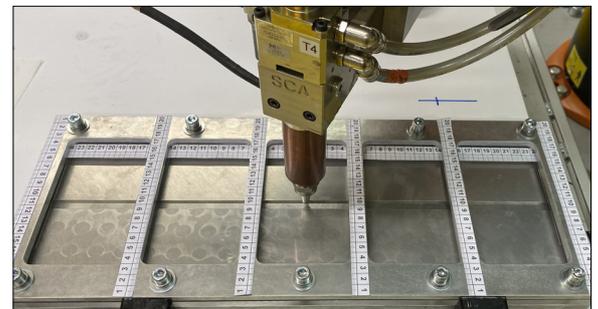
**Problemstellung:** Im Karosseriebau sind zunehmend komplexe und hochbelastete Bauteile im Einsatz, für die die herkömmlichen Fügeverfahren nicht anwendbar sind. Die hohe Belastbarkeit grosser Fügeflächen und der Toleranzausgleich, zwei Vorteile des Klebens, werden in Zusammenspiel mit der Applikation durch Injektion genutzt. Sika hat zu diesem Zweck einen heisshärtenden, 1K-Epoxidklebstoff mit kontrollierter Ausbreitung entwickelt. Das Wirkprinzip beruht auf einer starken Temperaturabhängigkeit der Viskosität, die ein schnelles Erstarren des Klebstoffs beim Einstromen in dünne Hohlräume ermöglicht. Das Verständnis dessen Verhaltens befindet sich in einem frühen Stadium. Die Grenzen des Injektionsverfahrens sind unerforscht.

**Ziel der Arbeit:** Es soll das Fließverhalten dieses Klebstoffs mit kontrollierter Expansion simuliert und validiert werden. Nach entsprechenden Messungen muss ein Materialmodell erstellt werden. Die Empfindlichkeit der Parameter, die das rheologische Verhalten potenziell beeinflussen, wie Klebstoff- und Substrattemperatur, Injektionsgeschwindigkeit, Kanalgeometrie und Toleranzen muss im Zusammenhang mit der räumlichen und zeitlichen Ausbreitung der Fließfront untersucht werden. Die Ergebnisse müssen mit Hilfe eines eigens entwickelten Prüfvorrichtung validiert werden.

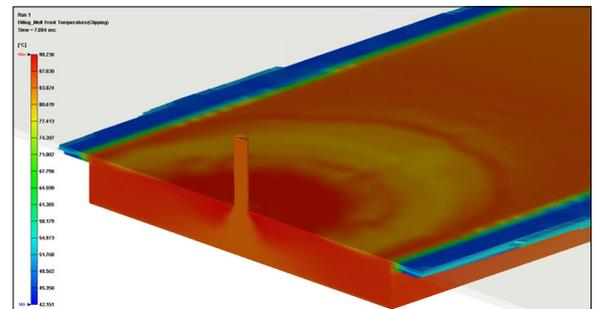
**Ergebnis:** Anhand eines Thermoplasten-Materialmodells, angepasst an die Parameter von Smartflow und mit einer Temperaturabhängigkeit der Viskosität bezogen auf der Williams-Landel-Ferry-Gleichung, wurde die Empfindlichkeit der Parameter untersucht. Sie zeigen eine Korrelation zwischen eingesetzten Werten, Form und Umfang der Ausbreitungen in der Spalte. In einigen

durchgeführten Tests wird das Verhalten bestätigt, trotz gewissen Abweichungen. Die Simulationen zeigen die Grenzen der FVM auf. Die messtechnischen Validierungen legen die Richtlinien für Grenzen und Fehlerzustände des Systems fest.

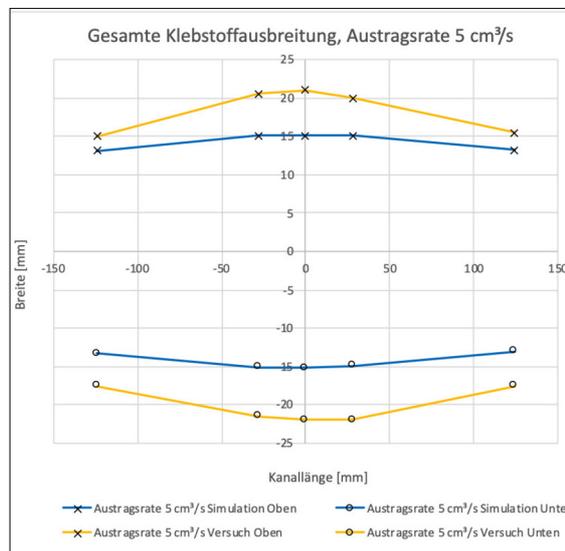
**Injektionsapparat und selbst erstellte Prüfkörper**  
Eigene Darstellung



**Fließfronttemperatur bei Injektion, Schnittansicht, Kanalbreite 25 mm, Austragsrate 5 cm<sup>3</sup>/s**  
Eigene Darstellung



**Vergleich Klebstoffausbreitung zwischen Versuch und Simulation, Kanalbreite 25 mm, Austragsrate 5 cm<sup>3</sup>/s**  
Eigene Darstellung



Referent  
Prof. Dr. Pierre Jousset

Themengebiet  
Simulationstechnik,  
Kunststofftechnik

Projektpartner  
Sika Technologie AG,  
Zürich, ZH