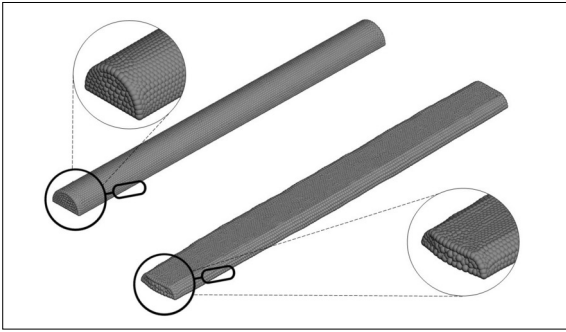




Chris Stolz

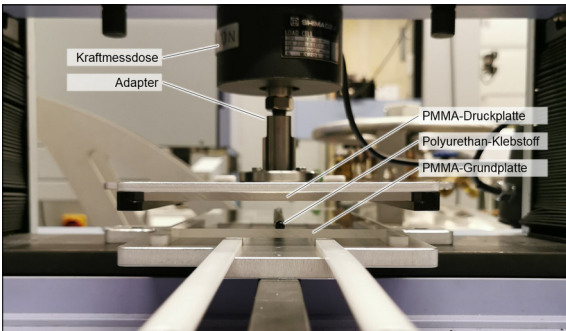
Diplomand	Chris Stolz
Examinator	Prof. Dr. Pierre Jousset
Experte	Prof. Dr. Michael Niedermeier, Hochschule Ravensburg-Weingarten, Weingarten, BW
Themengebiet	Simulationstechnik

CFD-Simulation des Fügeprozesses von hochviskosen Klebstoffen



Netzfrie Partikel-Simulation (Smoothed Particle Hydrodynamics)
Eigene Darstellung

Ausgangslage: Das präzise und wiederholgenaue Applizieren eines Klebstoffes durch einen mehrachsigen Roboter gehört heute zum Stand der Technik und wird branchenübergreifend für Grossserienprodukte angewendet. Robotersysteme können schnell auf neue Aufgabenstellungen bzw. neue Modellreihen konfiguriert werden, wodurch eine hohe Produktionsflexibilität mit kurzen Produktionszeiten garantiert werden kann. Ein Hauptproblem stellt dabei das Fließverhalten der Klebstoffraupe während dem eigentlichen Fügeprozess der jeweiligen Bauteilkomponenten dar. Eine durch den Roboter falsch dosierte Klebstoffraupe kann einerseits zu signifikant geringeren Festigkeitseigenschaften, andererseits zu einem erhöhten Materialbedarf mit herausgequetschten Klebstoffwülsten führen. Zur Auslegung der richtigen Klebstoffmenge wird heute daher für jedes Bauteil ein experimenteller Versuch mit einer grossen Anzahl an Iterationen durchgeführt. Diese Versuche sind extrem zeit- und kostenintensiv. Konventionelle CFD-Simulationen des Klebe- bzw. Fließprozesses erweisen sich aufgrund der grossen Deformationsvorgänge und der dünnen Klebstoffschichten als extrem rechen- und zeitintensiv, weshalb solche Simulationen nur selten durchgeführt werden.

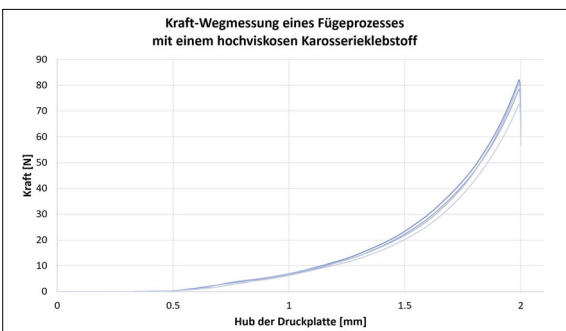


Prüfvorrichtung für messtechnische Validierung
Eigene Darstellung

Aufgabenstellung:

- Evaluierung einer geeigneten Simulationemethode, mit der das Fließverhalten eines hochviskosen Klebstoffs realitätsnah abgebildet werden kann
- Entwicklung einer Prüfvorrichtung, mit welcher die Simulationsergebnisse und analytischen Berechnungen messtechnisch validiert werden können
- Mithilfe der experimentellen Untersuchungen und der Simulation soll ein analytischer Zusammenhang zwischen der anfänglichen Grösse der Klebstoffraupe und der daraus resultierenden Breite der Klebstoffverbindung nach dem Fügen der Fügebauteile hergestellt werden
- Identifikation der massgebenden Einflussgrössen für die Verteilung des Klebstoffs beim Fügen der Teile

Ergebnis: Diese Arbeit zeigt auf, dass sich die netzfrie Partikel-Methode (Smoothed Particle Hydrodynamics) aufgrund des speziellen Diskretisierungsprinzips des Fluids hervorragend zur Simulation eines Klebevorgangs eignet. Die Methode bietet die natürliche Fähigkeit, Strömungsvorgänge mit freien Oberflächen sowie Interaktion mit hochkomplexen Grenzen und festen Objekten mit einem moderaten Berechnungsaufwand abzubilden. Allerdings illustrieren die durchgeführten Simulationen klar, dass diese Simulationen angesichts der vielen Parameter einen hohen Komplexitätsgrad aufweisen und dementsprechend schwierig aufzusetzen sind. Darüber hinaus stellt die Entwicklung einer funktionierenden Prüfvorrichtung ein wesentliches Ergebnis dieser Arbeit dar. Mithilfe der Prüfvorrichtung kann die resultierende Druckkraft während dem Fügevorgang messtechnisch erfasst werden. Ferner stellt die analytische Berechnung in Form eines Programmes (MATLAB Live-Script) ein bedeutsames Resultat dar. Das Programm erlaubt nebst der Beurteilung der resultierenden Breite der Klebstoffverbindung eine vereinfachte Quantifizierung der vorliegenden Druckverteilung im Klebstoff, der maximalen Druckkraft, der Strömungsgeschwindigkeit des Klebstoffes und des Druckverlaufs.



Kraft-Wegmessung des Fügeprozesses
Eigene Darstellung