

# FE-Simulation von ultraschallgeschweissten thermoplastischen Verbindungen:

## Experimentelle Untersuchungen, Parameteridentifikation und FE-Simulation

Student



Fuad Miceli

**Ausgangslage:** Das Ultraschallschweißen (USS) hat aufgrund seines hohen Durchsatzes, in der Automobil- und Verpackungsindustrie, zunehmende Beachtung gefunden. Durch das große Potenzial für das Fügen von Kunststoffbauteilen werden auch die Ansprüche an solche festen Verbindungen immer höher. Obwohl USS als etablierte Verbindungstechnik gilt, sind experimentelle Tests nach wie vor unverzichtbar, um die mechanischen Eigenschaften der Verbindungen zu überprüfen. Dieser Prozess ist jedoch zeitaufwendig und kostenintensiv. Während es heute bereits möglich ist, mit Hilfe der Finite-Elemente-Methoden (FEM), metallische Schweißverbindungen auf ihre Festigkeit und das Bruchverhalten zu simulieren, ist dies bei dem stark nichtlinearen Verhalten und dem komplexen Eigenschaftsprofil von Kunststoffen nicht der Fall.

**Ziel der Arbeit:** Das Hauptziel der Arbeit besteht darin, das mechanische Verhalten von thermoplastischen Ultraschallschweißverbindungen von dem unbelasteten bis zum vollständig beschädigten Zustand zu simulieren und mit einer experimentellen Untersuchung zu validieren. Dabei sollen die konstitutiven Parameter aus den experimentellen Versuchen identifiziert und deren Einfluss auf die Ergebnisse untersucht werden. Nach Optimierung der mechanischen Untersuchung und Erfüllung der Reproduzierbarkeit, soll ein Modell in LS-DYNA erstellt werden. Hierbei wird in einem ersten Schritt eine Pilotstudie durchgeführt, bevor mit unterschiedlichen adhäsiven Materialmodellen die Ultraschallschweißnaht am Gesamtmodell untersucht wird.

**Ergebnis:** Unterschiedliche Energierichtungsgeber-Geometrien (ERG) wurden bei Ultraschallschweißnähten von Polyamid 12 (PA12) untersucht. Allerdings wurden nicht mit allen Abmessungen reproduzierbare Ergebnisse erzielt. Eine optimale Abstimmung zwischen ERG-Geometrie und Ultraschallschweißparameter, führte zu hoch belastbaren Schweißnähten mit geringer Standardabweichung der Maximalkraft von 2%, welche anschliessend für die Simulation verwendet werden konnte (siehe Abb. 1). Mit den zwei mechanischen Prüfungen durch stumpfgeklebte Zylinder (SZ) und dem Thick Adherend Shear Test (TAST) wurde eine reine Zugbelastung resp. eine reine Scherbelastung untersucht und deren Kennwerte übertragen.

Die vordefinierten Materialmodelle in LS-DYNA zeigen, dass unterschiedliche Eingabewerte und Materialkennwerte erforderlich sind. Einige dieser Materialmodelle konnten mit den Ergebnissen der mechanischen Prüfung optimal abgebildet werden, während bei anderen Materialmodellen zusätzliche Prüfungen zur Bruchuntersuchungen erforderlich sind.

Mit dem richtigen Materialmodell und dem optimalen

Netzaufbau (siehe Abb. 2), konnte der Kraft-Verschiebungsverlauf der experimentellen Untersuchung gut abgebildet werden (siehe Abb. 3). Für ein besseres Verständnis des Bruchverhaltens ultraschallgeschweißter Verbindungen sollten weitere mechanische Tests wie DCB- und ENF-Messungen durchgeführt werden. Und obwohl die Simulation plausible Werte ergab, ist eine Validierung an einem realen Bauteil erforderlich.

Abb. 1: mechanischen Untersuchung - reine Zugbelastung  
Eigene Darstellung

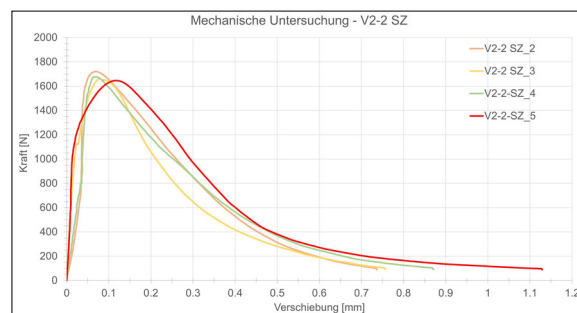


Abb. 2: Modellaufbau FE-Simulation  
Eigene Darstellung

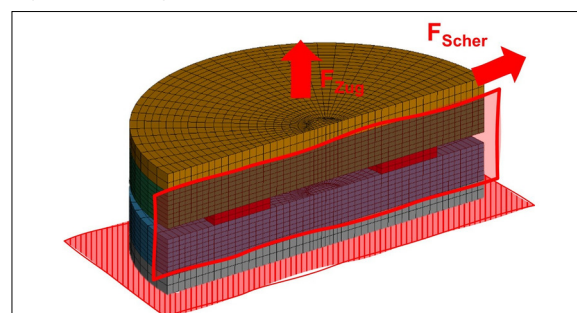
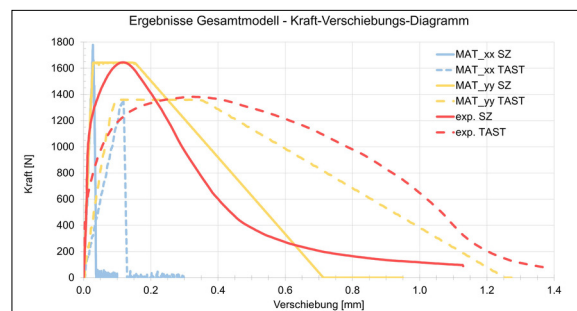


Abb. 3: Simulationsergebnisse des Gesamtmodells mit adhäsiven Materialmodellen  
Eigene Darstellung



Referent

Prof. Dr. Pierre Jousset

Themengebiet

Plastics Technology