

## **Impressum**

# **Beitrag zur Prozesskettensimulation geschweißter Aluminium- Karosserieanbauteile**

Autor:

**Wilhelm Schützle**

Herausgeber:

Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr.-Ing. E. h. mult. Dr. h. c. Dr. h. c.

**Reimund Neugebauer**

Wichtiger Hinweis:

Das Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt.

Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

© 2015

**Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU**

Reichenhainer Straße 88, 09126 Chemnitz

[www.iwu.fraunhofer.de](http://www.iwu.fraunhofer.de)

**Verlag Wissenschaftliche Scripten**

[www.verlag-wiss-scripten.de](http://www.verlag-wiss-scripten.de)

ISBN: 978-3-95735-024-4

# ***Inhalt***

<b>Glossar</b>	<b>IX</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>10</b>
<b>2 Karosserieanbauteile aus Aluminium</b>	<b>12</b>
2.1 Aufbau und Zusammenbauprozess	12
2.2 Laserstrahlschweißen von Aluminiumwerkstoffen	15
2.3 Eigenspannungen und Verzug beim Schweißen	17
2.4 Qualitätsmerkmale von Anbauteilen	21
2.5 Einsatzgebiete numerischer Simulation	22
<b>3 Numerische Schweißverzugssimulation von Feinblechstrukturen</b>	<b>24</b>
3.1 Thermomechanische Modelle	24
3.2 Mechanische Modelle	28
3.3 Ansätze zur Prozesskettensimulation	33
3.4 Entwicklungsfelder der Prozesskettensimulation	35
3.4.1 Erzeugung der FE-Netze eines Karosserieanbauteils	36
3.4.2 Datenmapping zwischen FE-Simulationsprogrammen	36
3.4.3 Positionieren und Einspannen	37
3.4.4 Kalibrierung mechanischer Ersatzlasten	38
<b>4 Entwicklung eines Modells zur gekoppelten Spannprozess- und Schweißverzugssimulation von Aluminium-Karosserieanbauteilen</b>	<b>40</b>
4.1 Ausgangssituation	40
4.2 Modellkonzept	42
4.3 Modellaufbau	43

---

4.3.1	Positionieren und Einspannen	45
4.3.2	Schweißen	46
4.4	Ansatz zur Modellkalibrierung	47
<b>5</b>	<b>Versuchsplanung</b>	<b>50</b>
5.1	Einflussgrößen auf Schweißverzug bei Anbauteilen	50
5.2	Versuchsplan	53
5.3	Probenkörper	55
5.3.1	Kleinproben	55
5.3.2	Anbauteil-Versuchsbaugruppe	59
5.3.3	Kalibrierproben der Anbauteil-Versuchsbaugruppe	61
5.4	Versuchsrandbedingungen	63
5.4.1	Versuchseinrichtung und Fügeprozessparameter	63
5.4.2	Messtechnische Analyse von Feinblechstrukturen	64
<b>6</b>	<b>Untersuchungen zur Modellkalibrierung</b>	<b>69</b>
6.1	Konstruktionsbedingter Einfluss auf Schweißverzug	69
6.1.1	Anordnung und Positionierung von Schweißnähten	70
6.1.2	Schwankende Einflussfaktoren	77
6.2	Einfluss der Umformhistorie auf Schweißverzug	84
<b>7</b>	<b>Übertragung des Modells auf eine Versuchsbaugruppe</b>	<b>90</b>
7.1	Experimentelle Untersuchungen	90
7.1.1	Spann- und Schweißprozess	90
7.1.2	Experimente zur Modellkalibrierung	95
7.2	Numerische Simulation	103
7.2.1	Spannprozess	104
7.2.2	Schweißverzug	107

<b>8</b>	<b>Bewertung der Ergebnisse</b>	<b>116</b>
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>121</b>
<b>10</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>124</b>
<b>11</b>	<b>Anhang</b>	<b>143</b>
	A Bildanhang	143