

## Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung .....	9
Abbildungs- und Tabellenverzeichnis .....	11
Abkürzungsverzeichnis und Formelzeichen .....	15
1 Einleitung .....	17
2 Stand der Technik .....	19
2.1 FVK-Metall Hybride .....	19
2.1.1 Halbzeuge .....	19
2.1.2 Anwendungsbeispiele von hybriden Bauteilen .....	21
2.2 Umformtechnische Herstellung von FVK-Metall Hybridbauteilen .....	22
2.3 Wärmeunterstütztes Pressfügen .....	24
2.3.1 Wärmeunterstütztes Pressfügen mittels Induktion .....	25
2.3.2 Thermisches Direktfügen durch Laserstrahlung .....	26
2.4 Wärmebehandlung metallischer Fügeteile zur Erzeugung rauer Oberflächen (Galvannealed-Schichten) .....	27
2.5 Fazit .....	28
3 Zielsetzung und Vorgehensweise .....	29
3.1 Forschungsziele .....	29
3.2 Vorgehensweise .....	30
4 Durchgeführte Arbeiten .....	32
4.1 Verwendete Werkstoffe .....	32
4.1.1 Stahlwerkstoffe .....	32
4.1.2 Faserverstärkte Kunststoffe .....	32
4.2 Wärmebehandlung zur Erzeugung rauer haftfähiger Oberflächen .....	33
4.2.1 Nicht industrieller Prozess zur Wärmebehandlung von Metallen .....	33
4.3 Oberflächenanalyse der wärmebehandelten Metalle .....	35
4.3.1 Rauheitsmessungen .....	35
4.3.2 Querschliffe der wärmebehandelten Stähle .....	38
4.3.3 Rasterelektronenmikroskopie (REM) der wärmebehandelten Oberflächen .....	41
4.3.4 Thermische Beeinflussung der mechanischen Eigenschaften .....	45
4.4 Festigkeitsuntersuchungen zur Potentialabschätzung .....	47
4.4.1 Probengeometrie Zugscherversuch .....	47
4.4.2 Referenzuntersuchungen (variotherm) .....	47
4.4.3 Laborversuchsstand zur Probenherstellung im Umformthermofügeverfahren .....	51
4.5 Aufbau der Prozesskette .....	61

---

4.6	Festigkeitsuntersuchungen anhand der Umformthermofügen Prozesskette .....	64
4.6.1	Herstellung von Plattenproben zur Bewertung der erzielbaren Verbundfestigkeit .....	64
4.6.2	Versuchsplanung .....	65
4.6.3	Zugscherfestigkeiten der im Umformthermofüge-Prozess hergestellten Plattenproben.....	66
4.7	Alterungsuntersuchungen an Labor- und Plattenproben .....	70
4.8	Konstruktion und Aufbau eines Demonstratorwerkzeugs .....	73
4.8.1	Tasche für das Organoblech.....	74
4.8.2	Kontaktverzögerung zwischen Halbzeug und Werkzeug .....	74
4.8.3	Temperierung des Werkzeugs .....	75
4.9	Kombinierter Umformprozess „Umformthermofügen“ .....	76
4.9.1	Reibung zwischen der Stahlkomponente und Werkzeug .....	77
4.9.2	Interaktion zwischen Stahlblech und Tasche in der Matrize .....	78
4.9.3	Fügen der Verbundpartner am Ende der Umformung.....	81
4.10	Bauteilprüfung .....	82
4.10.1	Maßhaltigkeit.....	82
4.10.2	Biegeprüfung an Kleinprobekörpern .....	83
4.10.3	Biegeuntersuchungen am Demonstratorbauteil .....	89
5	Ergebnisse.....	92
5.1	Wissenschaftlich-technischer und wirtschaftlicher Nutzen der Ergebnisse für KMU.....	93
6	Literaturverzeichnis.....	94