

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