

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	10
Abbildungsverzeichnis	11
Tabellenverzeichnis	16
Abkürzungsverzeichnis und Formelzeichen	18
1 Einleitung.....	21
1.1 Ausgangssituation	21
1.2 Anlass für das Forschungsvorhaben	23
2 Stand der Technik	24
2.1 Hybride FVK-Metall-Verbunde.....	24
2.1.1 Eigenschaften und Einsatz hybrider Verbunde	24
2.1.2 Herstellung hybrider Verbunde	25
2.1.3 Trennende Bearbeitung hybrider Verbunde.....	26
2.1.4 Schädigung hybrider Verbunde durch trennende Bearbeitung	29
2.2 Grundlagen des Scher- und Messerschneidens.....	32
2.2.1 Verfahrenseinteilung.....	32
2.2.2 Begriffsklärung und Verfahrensprinzip des Scherschneidens.....	34
2.2.3 Kräfte und Momente beim Scherschneiden	38
2.2.4 Begriffsklärung und Verfahrensprinzip des Messerschneidens	39
2.2.5 Schnittflächenqualität und -ausprägung.....	41
2.3 Grundlagen der Schwingungslehre	43
2.3.1 Grundbegriffe der Schwingungslehre	43
2.3.2 Analyse von Schwingungssignalen.....	44
2.3.3 Dämpfungsverhalten am Ein-Massen-Schwinger	45
2.4 Weitere zerstörungsfreie Prüfverfahren	48
2.4.1 Shearografie	48
2.4.2 Computertomographie	49
2.5 Fazit zum Stand der Technik	50
3 Forschungsziel und Vorgehensweise	51
3.1 Forschungsziel	51
3.1.1 Forschungsergebnisse	51
3.1.2 Innovativer Beitrag der Forschungsergebnisse	52
3.2 Methodischer Ansatz zur Erreichung des Forschungsziels	53
4 Versuchsanlagen, -werkzeuge und Messeinrichtungen	55

4.1	Versuchsanlagen	55
4.1.1	Mechanische Schnellläuferpresse zum Scherschneiden	55
4.1.2	Stanz und Clinch-Laborpresse zum Messerschneiden	56
4.2	Versuchswerkzeuge	57
4.2.1	Modulares Lochwerkzeug zum Scherschneiden	57
4.2.2	Entwicklung des Werkzeugs zum Messerschneiden	58
4.3	Anlagen zur Probenherstellung	63
4.3.1	Wasserstrahlschneidanlage	63
4.3.2	Trockenschrank Binder	63
4.3.3	Laborpresse Vogt	64
4.4	Anlagen zur Probenuntersuchung	65
4.4.1	Universal Zug/Druck Prüfmaschine	65
4.4.2	Profilmessgerät	66
4.4.3	3D-Koordinatenmessmaschine	66
4.5	Software	67
4.5.1	CAD	67
4.5.2	FEM	67
4.6	Versuchsstand zur Charakterisierung des Schwingungs- und Dämpfungsverhaltens	67
4.7	FEM-Modell zur Ermittlung der Eigenfrequenzen und die Auswirkungen der Schädigung	73
5	Werkstoffe und Probengeometrien	75
5.1	Verwendete Werkstoffe	75
5.1.1	Stahlwerkstoff	75
5.1.2	Haftvermittler	76
5.1.3	Faserverstärkte Kunststoffe	77
5.1.4	Trennmittel	79
5.2	Probengeometrien und Herstellung	80
5.2.1	Herstellung ungeschädigter Proben	82
5.2.2	Herstellung definiert geschädigter Proben	85
5.2.3	Sonstige Proben	86
6	Ergebnisse und Ausblick	87
6.1	Simulative Betrachtung der Schwingungseigenschaften der hybriden Proben	87
6.2	Ergebnisse des Schwingungs- und Dämpfungsverhaltens	90
6.2.1	Untersuchungen an definiert geschädigten Proben	90
6.2.2	Untersuchungen an geschnittenen Proben	97

6.3	Ergebnisse zum Lochen durch Scherschneiden	100
6.3.1	Einfluss der Probengeometrie	101
6.3.2	Einfluss der Prozessparameter	105
6.3.3	Untersuchung weiterer Schneidvarianten	114
6.4	Ergebnisse zum Freistellen durch Messerschneiden	122
6.4.1	Prozessentwicklung des Messerschneidens	122
6.4.2	Probenbezogene Einflussfaktoren	125
6.4.3	Werkzeugbezogene Einflussfaktoren	128
7	Ergebnisse und Ausblick	131
8	Wissenschaftlich-technischer und wirtschaftlicher Nutzen der Ergebnisse für KMU	133
9	Literatur	135