

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Problemstellung und Zielsetzung	2
1.2	Vorgehensweise	4
2	Erkenntnisstand von Wissenschaft und Technik	7
2.1	Faserverbundkunststoffe	7
2.1.1	Textile Verstärkungen	7
2.1.2	Matrixpolymere	9
2.1.3	FVK-Laminat und Leichtbauanwendungen	11
2.2	Hybridbauweisen	15
2.2.1	Allgemeine Betrachtung von Metall-FVK-Hybridstrukturen	17
2.2.2	Karosserieleichtbau mit Metall-FVK-Hybridbauteilen	19
2.3	Herstellung von FVK-Komponenten	23
2.3.1	Verarbeitung von duroplastischen Matrixharzen	24
2.3.2	Epoxidharze in der FVK-Fertigung	26
2.3.3	Resin Transfer Moulding	28
2.3.4	Prepreg-Verfahren	29
2.3.5	Nasspressverfahren	30
2.4	Herstellung von Metall-FVK-Hybridstrukturen	32
2.4.1	Fügen von FVK-Komponenten	32
2.4.2	Direkte Herstellungsverfahren für Metall-FVK-Hybridbauteile	34
3	Modifiziertes Nasspressverfahren für Metall-FVK-Hybridbauteile	41
3.1	Verfahrensbeschreibung	41
3.2	Werkstoffe	43
3.2.1	Textile Verstärkungsstruktur für nassgepresste Laminat	43
3.2.2	Harzsysteme für nassgepresste Laminat	45
3.2.3	Trennmittel	46
3.2.4	Klebstoffe und Klebstofffilme	47
3.2.5	Metallische Fügepartner	48
3.2.6	Prepreg	48

3.3	Experimentelle Vorrichtungen	49
3.3.1	Regelbare Hydraulik-Pressvorrichtung	49
3.3.2	Nasspresswerkzeug für Prüfplatten	50
3.3.3	Presswerkzeug für hybride Metall-FVK-Hutprofile	52
4	Untersuchung von Matrixharzen und Klebstoffen	55
4.1	Verbindungseigenschaften von Matrixharzen und Klebstoffen . . .	55
4.1.1	Anforderungen an stoffschlüssige Metall-FVK-Verbindungen für crashrelevante Karosseriekomponenten	55
4.1.2	Mechanische Untersuchungsmethoden für hybride Metall- FVK-Verbunde	58
4.1.3	Prüfmethode zur Bestimmung der Zugscherfestigkeit von Metall-Metall-Verklebungen	61
4.1.4	Ergebnisse der Zugscherprüfung von Metall-Metall- Klebstoffverbindungen	63
4.1.5	Prüfung des dynamischen Keil-Schlag-Widerstands	69
4.1.6	Diskussion der mechanischen Untersuchungen an Metall- Metall-Klebstoffverbindungen	73
4.2	Verarbeitungseigenschaften ausgewählter Polymersysteme	74
4.2.1	Untersuchung der thermischen Eigenschaften mittels dyna- mischer Differenzkalorimetrie	76
4.2.2	Rheometrische Untersuchung der Viskosität	79
4.2.3	Rheometrische Untersuchung der Gelzeit	81
4.3	Ableitung einer Verarbeitungsstrategie	85
5	Experimentelle Untersuchung des Nasspressverfahrens	89
5.1	Methoden zur Untersuchung des Nasspressverfahrens	89
5.1.1	Herstellung von Prüfmaterialien im Nasspressverfahren	89
5.1.2	Porengehalt als Qualitätskriterium nassgepresster FVK- Laminat	91
5.1.3	Methode zur Quantifizierung des Porengehalts	93
5.2	Untersuchungen zum Einfluss des Fertigungsprozesses auf die Laminatqualität	95
5.2.1	Untersuchungen zur Vorverteilung des Matrixharzes	96
5.2.2	Untersuchung chemo-rheologischer und druckabhängiger Effekte beim Nasspressen	99

5.3 Untersuchungen zu den Verbindungseigenschaften von nassgepressten Stahl-GFK-Hybridlaminaten	104
5.3.1 Herstellung von Stahl-GFK-Hybridproben für die Verbindungsprüfung	104
5.3.2 Einfluss der Aushärtungsbedingungen auf Stahl-GFK-Hybridverbindungen	107
5.3.3 Einfluss der Grenzschicht auf Stahl-GFK-Hybridverbindungen	109
5.4 Schlussfolgerungen aus den Untersuchungen an nassgepressten Hybridprüfplatten	113
6 Untersuchungen an hybriden Metall-FVK-Hutprofilen	115
6.1 Herstellung von hybriden Metall-FVK-Hutprofilen	115
6.2 Laminatuntersuchungen an hybriden Metall-FVK-Hutprofilen	118
6.3 Dynamische Biegeprüfung an hybriden Metall-FVK-Hutprofilen . . .	121
6.4 Schlussfolgerungen aus den Untersuchungen an nassgepressten Hybridprofilen	126
7 Zusammenfassende Diskussion und Ausblick	129
7.1 Einflussfaktoren des Fertigungsprozesses und des Matrixharzes auf die Bauteilporosität im modifizierten Nasspressverfahren	129
7.2 Einsatz von Klebstofffilmen zum Co-Bonding eines hybriden Bauteils	131
7.3 Bewertung der untersuchten Werkzeug- und Prozesstechnik	133
7.4 Ausblick	136
8 Abkürzungen	139
9 Formelzeichen	141
10 Literatur	143