

## Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>vi</b>
<b>Formelzeichen und Abkürzungen</b>	<b>viii</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde</b>	<b>3</b>
2.1 Verbundwerkstoffe mit Kunststoffmatrix .....	4
2.1.1 Endlosfasern im Verbundwerkstoff .....	4
2.1.2 Kunststoffmatrix des Verbundwerkstoffes .....	7
2.1.3 Verfahren zur Infiltrierung von Fasermatten durch eine Kunststoffmatrix ..	9
2.1.4 Infiltrierung und Permeabilität .....	12
2.2 Werkstoffverbunde mit Decklagen aus metallischen Werkstoffen.....	12
2.2.1 Mehrlagige metallische Verbunde .....	13
2.2.2 Metall-Kunststoff Verbunde.....	14
2.2.3 Herstellungsverfahren für metallische Verbunde .....	15
2.2.4 Herstellungsverfahren für Metall-Kunststoff Verbunde.....	15
2.3 Faser-Metall Laminate .....	16
2.3.1 Herstellung der Faser-Metall Laminate .....	16
2.3.2 Umformung von Faser-Metall Laminaten .....	19
2.3.3 Wechselwirkung zwischen Fasern und Blechen.....	22
2.4 Fazit .....	23
<b>3 Zielsetzung und Vorgehensweise</b>	<b>25</b>
<b>4 Fasern im Faser-Metall Laminat</b>	<b>27</b>
4.1 Geometrie einer Fasermatte in unbelastetem und belastetem Zustand .....	27
4.2 Verdichtungsverhalten von Fasermatten .....	33
4.3 Druckversuche bei Faser-Blech Kontakt und hohen Lasten .....	35
4.3.1 Zweidimensionale Vermessung der Eindrücke im Blech.....	36
4.3.2 Eindrücktiefenbestimmung .....	38
4.4 Reibegenschaften bei Faser-Metall Kontakt.....	42
4.5 Einfluss der Fasern auf das Umformverhalten metallischer Bleche im Faser-Metall Laminat .....	47
4.5.1 Einfluss der Faserorientierung auf Umformvermögen des Deckbleches....	48
4.5.2 Einfluss der Webart auf Umformvermögen des Deckbleches.....	49
4.5.3 Einfluss des Flächengewichtes auf Umformvermögen des Deckbleches ...	50
4.5.4 Einfluss eines infiltrierten Gewebes auf Umformvermögen des Bleches...	51
4.5.5 Diskussion.....	52
4.6 Analyse der Wirkungsmechanismen der Behinderung einer homogenen Dehnungsausbildung durch ein numerisches Ersatzmodell .....	55

4.6.1	Aufbau des numerischen Ersatzmodells .....	55
4.6.2	Plausibilitätsprüfung des numerischen Modells .....	59
4.6.3	Analyse des Formschluss- und des Reibungseinflusses auf das Umformverhalten der Bleche .....	60
4.7	Fazit .....	64
<b>5</b>	<b>In-situ Hybridisierung von Faser-Metall Laminaten – Verfahren, Werkzeugkonzeptionierung, Analyse der Lagenverschiebung</b>	<b>65</b>
5.1	Strategiebeschreibungen – Formen des Matrixeintrages.....	65
5.1.1	T-RTM Verfahren – Eintrag über das Werkzeug .....	66
5.1.2	Nasspressverfahren – Eintrag über manuellen Auftrag .....	67
5.2	Werkzeug und Verfahren .....	68
5.2.1	Werkzeugkonzept .....	68
5.2.2	Prozessablauf der Strategie: Tiefziehen mit T-RTM Verfahren .....	72
5.2.3	Prozessablauf der Strategie: Tiefziehen mit dem Nasspressverfahren.....	73
5.3	Beschreibung der Relativverschiebung der Lagen zueinander bei der Umformung .....	75
5.3.1	Relativverschiebung bedingt durch geometrische Zusammenhänge .....	75
5.3.2	Relativverschiebung bedingt durch die Kontaktreibung .....	78
5.4	Fazit .....	81
<b>6</b>	<b>In-situ Hybridisierung: Herstellung von Faser-Metall Laminaten</b>	<b>83</b>
6.1	Prozessparameter und Kenngrößen.....	83
6.2	Allgemeine Ergebnisse.....	86
6.3	Untersuchungen zur Fließfrontausbreitung .....	88
6.4	Untersuchungen zur Messung des Einspritzdruckes der Kunststoffmatrix ...	91
6.4.1	Versuche mit Variation der Stößelgeschwindigkeit .....	91
6.4.2	Versuche mit Variation der Lagen .....	93
6.5	Untersuchungen zur Bestimmung der Abhängigkeiten der gefertigten Bauteilgeometrien .....	95
6.5.1	Bauteildicken in Abhängigkeit der Gewebelagen.....	95
6.5.2	Bauteildicke in Abhängigkeit des Einspritzzeitpunktes .....	97
6.6	Untersuchungen der Dehnungsverteilung.....	99
6.6.1	Vergleich der Dehnungen bei trockenem und infiltriertem Gewebe.....	99
6.6.2	Vergleich der Dehnungen bei unterschiedlichem Einspritzbeginn .....	102
6.7	Mechanische Bauteileigenschaften der Faser-Metall Laminate.....	103
6.8	Fazit .....	106
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>107</b>
<b>Referenzliste</b>		<b>109</b>
Referenzliste .....		109