

# Inhaltsverzeichnis

## Teil 1: Werkstoffe

<b>Anforderungen an die Pressentechnik bei der Produktion von CFK-Karosserieteilen .....</b>	<b>4</b>
Notwendige Presskraft für Nasspressen .....	5
Notwendige Presskraft für CFK-SMC .....	5
Notwendige Aufspanflächen .....	5
Schließgeschwindigkeit .....	5
Arbeitsgeschwindigkeit .....	5
Stößel-Parallelregelung bei RTM-Spalt- und RTM-Parallelhub-Injektion .....	6
Spaltinjektion .....	6
Parallelhub-Injektion .....	6
Stößel-Parallelregelung bei CFK-SMC .....	7
Kongruenz der Aufspanflächen-Biegelinien (Biege-Schmiege-Prinzip) .....	7
Produktivitätssteigerung für RTM-Bauteile mit Shuttle-Schiebtischen .....	8
Medienversorgung der Werkzeuge .....	8
Thermosymmetrie und Stößel-Freiheitsgrad .....	9
Pressen-Antriebstechnik .....	9
Pressen-Bauarten .....	10
Zusammenfassung .....	10
<b>Technologieplanung zur automatisierten Fertigung von Preforms für CFK-Halbzeuge .....</b>	<b>11</b>
Preforming im RTM-Prozess .....	11
Featurebasierte Technologieplanung zum Preforming .....	12
Bewertung und Clusterung der Informationen .....	13
Identifikation und Verknüpfung der Features .....	14
Fazit .....	15
Literaturhinweise .....	16
<b>Kapazitive Messtechnik zur RTM-Prozessüberwachung .....</b>	<b>17</b>
Nutzen eines Sensors zur Fließfrontdetektion beim RTM-Prozess .....	18
Anforderungen an Messtechnik beim RTM-Prozess .....	18
Grundlagen zur Messtechnik .....	19
Sensoroberfläche in Werkzeugform spanend bearbeitbar .....	20
Messsignal und Auswertung .....	20
Erste Anwendungen/Projektbeschreibung .....	21
Zusammenfassung und Ausblick .....	21
Literaturhinweise .....	22
<b>Optimierung der Heizprozesse von CFK- und GFK-Strukturen mit Infrarot-Strahlung .....</b>	<b>23</b>
Heizprozesse bei der Herstellung von CFK- und GFK-Strukturen .....	23
Grundlagen der Energieübertragung durch Infrarot .....	25

Ergebnisse und Diskussion .....	25
Die Nutzung von CAE zur Prozessoptimierung .....	27
Fazit .....	28
<b>Vergussmassen für die Mikroelektronik – Zuverlässig, flexibel und effizient .....</b>	<b>29</b>
Hoch zuverlässig .....	29
Sehr gute mechanische Eigenschaften .....	29
Höchste chemische Beständigkeit .....	30
Universelle Haftung .....	30
Anwendungsgerechtes Fließverhalten .....	31
Optimiertes Dosierverhalten .....	32
Höchste Zuverlässigkeitsqualifizierung .....	32
Zusammenfassung .....	33
<b>Stator kapselung in Motoren – Epoxid- und PUR-Systeme erfüllen höchste Ansprüche .....</b>	<b>34</b>
Heißhärtende Epoxidharzsysteme .....	35
Kalthärtende Epoxidharzsysteme .....	36
Polyurethansysteme .....	36
IK-Epoxidsystem für den Wickelkopfverguss .....	36
Zusammenfassung .....	37
<b>Gefühtes Fahrwerk – Klebstoffe übernehmen dämpfende Aufgaben .....</b>	<b>38</b>
Das Trägerfahrzeug .....	38
Klebstoffauswahl und Charakterisierung .....	39
Praktische Umsetzung .....	41
Fazit und Ausblick .....	42
<b>Faserverstärkte Kunststoffe – tauglich für die Großserie .....</b>	<b>44</b>
Neue Möglichkeiten eröffnen .....	44
Konstruktionsmöglichkeiten mit FVK .....	44
Textiles Preforming .....	45
Handhabung textiler Preforms .....	46
Imprägnierung und Formgebung textiler Preforms .....	47
Fazit .....	49
Literaturhinweise .....	49
<b>Teil 2: Fertigung</b>	
<b>Zur Philosophie des Klebens .....</b>	<b>52</b>
Klebstoff-Schnellhärtung mit modifizierten Klebstoffen .....	52
PASA-Technologie – mit Klebstoff vorbeschichtete Bauteile .....	53
Oberflächenvorbehandlung vor dem Kleben .....	54
Vorhersage von Eigenspannungen .....	54
Automatisierte Prozesse .....	55
Qualitätssicherung beim Kleben .....	56

Schlussfolgerung .....	56
Literaturhinweise .....	57
<b>Verarbeitung von rezyklierten Carbonfasern zu Vliesstoffen für die Herstellung von Verbundbauteilen .....</b>	<b>58</b>
Aufbereitung/Verwertung von Carbonfaserabfällen .....	59
Eingesetzte Fasermaterialien und Verfahren .....	59
Ergebnisse zur Verarbeitbarkeit .....	61
Schlussbemerkung .....	61
Literaturhinweise .....	62
<b>Verfahren für die Fertigung komplexer Faserverbund-Hohlstrukturen .....</b>	<b>64</b>
Realisierung variabler Querschnitte .....	65
Herstellung verzweigter Strukturen .....	65
Herstellung hochfester Strukturen durch Anpassung des Ondulationsgrades .....	67
Herstellung dickwandiger Bauteile .....	68
Zusammenfassung .....	69
<b>Herstellung von belastungsoptimierten thermoplastischen Faserverbundbauteilen .....</b>	<b>70</b>
Belastungsoptimierung mittels lokaler Verstärkung .....	71
Umsetzung und Erprobung der Fertigung anhand von Demonstratorbauteilen .....	72
Formgebung und Funktionalisierung in einem Prozessschritt .....	74
Zusammenfassung und Ausblick .....	75
Literaturhinweise .....	75
<b>Laservorbehandlung – Langzeitstabiles Kleben von Metallteilen .....</b>	<b>76</b>
Wie alles begann .....	76
Entlacken und Entschichten .....	78
Selektives Entschichten .....	78
Einsatzpotenziale .....	79
Prozessüberwachung .....	80
Mikrostrukturierung und Reinigung von Edelstählen .....	80
Modulares System .....	81
Schlussbemerkung .....	81
<b>Sandwichtchnik im Reisemobilbau – Stabile Klebprozesse .....</b>	<b>82</b>
Große Variantenvielfalt .....	83
Eng definierte Toleranzen .....	83
Wirtschaftlich und effizient .....	84
<b>Kleben von Composites mit 2K-PU-Klebstoffen – Sicher und wirtschaftlich verbunden .....</b>	<b>85</b>
Allgemeines Eigenschaftsprofil .....	85
Fügen ohne Primern .....	86
CFK- und SMC-Klebungen .....	86
Klebstoffe nach Maß .....	88

Vollautomatisierter Klebstoffauftrag .....	88
Fazit .....	88
<b>Thermisches Direktfügen von Metall und Kunststoff – Eine Alternative zur Klebtechnik? .....</b>	<b>89</b>
Theoretischer Hintergrund .....	90
Auszüge aus den Projektergebnissen .....	90
Abgrenzung zur Klebtechnik .....	93
Fazit und Herausforderungen .....	94
Literaturhinweis .....	94
<b>Laserdurchstrahlkleben von opaken Kunststoffen – Schnell und zuverlässig .....</b>	<b>95</b>
Laserdurchstrahlkleben .....	95
Auswahl der Materialien .....	95
Untersuchung der Einflussparameter .....	96
Statistischer Versuchsplan .....	98
Einfluss der Klebschichtdicke .....	98
Einfluss der Laserleistung .....	98
Einfluss der Einwirkzeit .....	99
Fazit und Ausblick .....	100
Literaturhinweis .....	100
<b>Klebvorbereitung von FVK durch Unterdruckstrahlen – Sauber und prozesssicher .....</b>	<b>101</b>
Grenzen herkömmlicher Verfahren .....	101
Unterdruckstrahlen als Alternative .....	102
Versuche und Materialien .....	103
Auszug aus den Ergebnissen .....	103
Fazit .....	107
Quellenverweise .....	108
<b>Flexible Extrusion thermoplastischer Elastomere – Ein Profil direkt aufextrudiert .....</b>	<b>109</b>
Gleichzeitig erzeugen und montieren .....	110
Düsengeometrien nach Bedarf .....	111
Die siebte Achse .....	113
Fazit .....	113
<b>Geklebte Strukturen im Fahrzeugbau – Simulation und Bewertung von Fertigungstoleranzen .....</b>	<b>114</b>
Problemstellung .....	115
Lösungsansatz .....	115
Parameteridentifikation .....	115
Experimentelle und numerische Untersuchungen .....	117
Erste Ergebnisse .....	118
Zusammenfassung und Ausblick .....	120
Quellenverweis .....	120

<b>Automatische Dichtstoffapplikation im Karosseriebau – Dosierer und Düse in einer Einheit .....</b>	<b>121</b>
Stand der Technik .....	121
Die Probleme .....	121
Die Lösung .....	122
Aufbau des Gesamtsystems .....	122
System mit hoher Dynamik .....	125
Fazit .....	125
<b>Schnell aushärtende Klebstoffe für faserverstärkte Verbundwerkstoffe ....</b>	<b>126</b>
Besondere Anforderungen an Elektro- und Hybridfahrzeuge .....	126
Vorteile von Klebstoffen als Verbundmaterial .....	126
Elastizität, Festigkeit und Haftungseigenschaften .....	127
Zweikomponentige versus einkomponentige Klebstoffe .....	127
Schnelles und sicheres Verkleben .....	127
Technologie mit feuchtigkeitshärtender Komponente .....	130
Zusammenfassung und Ausblick .....	131

**Teil 3: Konzepte**

<b>Hochaufgelöste Computertomographie – wichtiger Bestandteil der numerischen Simulation .....</b>	<b>134</b>
Zusammenfassung und Ausblick .....	140
Literaturhinweise .....	141

<b>Crashsicherheit durch hochfestes Kleben von GFK-Strukturelementen im Karosseriebau .....</b>	<b>142</b>
Das Konzept – zielgenaue Verstärkung .....	142
Anwendungsbereiche und Möglichkeiten .....	143
Entwicklung und Industrialisierung .....	143
Montage .....	144
Kosten und Gewicht .....	145
Fazit .....	145

<b>Leichtbau-Fahrgestell mit Einzelradaufhängung Lkw .....</b>	<b>146</b>
Motivation .....	146
Fahrzeugkategorie .....	147
Gewichtseinsparung .....	147
Kinematikauslegung .....	149
Ergebnisse .....	149
Zusammenfassung .....	151

<b>Tertiäre Sicherheit – Rettung aus modernen Fahrzeugen nach einem Unfall .....</b>	<b>152</b>
Unfälle vermeiden .....	152
Unfallforschungsprojekte .....	152
Karosseriewerkstoffe .....	153

Probleme bei der technischen Rettung .....	154
Versuchsreihen .....	154
Lösungsmöglichkeiten .....	156
Literaturhinweise .....	157
<b>Leichtbau für mehr Energieeffizienz .....</b>	<b>158</b>
Umfeld .....	158
Composite-Leichtbau .....	159
Stahl-Leichtbau .....	161
Leichtmetalle .....	163
Kleinserienfertigung im Premiumsegment .....	164
Zusammenfassung und Ausblick .....	165
Literaturhinweise .....	166
<b>Intelligenter Aufieger in Leichtbauweise .....</b>	<b>166</b>
Logistische Vorteile .....	166
Leichtbauahmen .....	167
Fahrwerk .....	168
Energierückgewinnung .....	170
Assistenzfunktionen und Sensorik .....	171
Prototypenaufbau und Evaluierung .....	171
Literaturhinweise .....	172
<b>Leichtbau-Kegelraddifferenzial ohne Korb .....</b>	<b>173</b>
Motivation .....	173
Technische Lösung .....	173
Beanspruchungsgerechte Konstruktion .....	175
Statisches Bauteilverhalten .....	175
Dynamisches Bauteilverhalten .....	177
Zusammenfassung und Ausblick .....	178
Literaturhinweise .....	178
<b>Was bringen 100 kg Gewichtsreduzierung im Verbrauch? – eine physikalische Berechnung .....</b>	<b>179</b>
Motivation .....	179
Fuel Reduction Value (FRV) .....	179
Berechnungsverfahren .....	179
Energiebedarf im NEFZ .....	180
Verbrauchsmodell für Otto-Saugmotoren .....	183
Modellabweichungen bei anderen Motoren .....	186
Mehrverbrauch für 100 kg .....	187
Zusammenfassung .....	188
Literaturhinweise .....	189
<b>Leichtbaukonzept für ein CO<sub>2</sub>-armes Fahrzeug .....</b>	<b>190</b>
Motivation .....	190
Fahrzeugpositionierung .....	190
CAE-Simulation von Faserverbundwerkstoffen .....	194

Nachhaltige Produktentwicklung/Life Cycle Assessment .....	195
Fazit .....	196
<b>CFK-Motorhaube in Integralbauweise .....</b>	<b>197</b>
Ausgangssituation .....	197
Bauteilkonzeptionierung .....	198
Virtuelle Bauteilauslegung .....	198
Funktionale Absicherung .....	200
Zusammenfassung und Ausblick .....	202