

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	V
Danksagung	VII
Abkürzungsverzeichnis und wichtige Begriffe.....	XIII
1 Einleitung.....	1
<i>Felipe Wolff-Fabris</i>	
1.1 Werkstoffe	1
1.2 Endlosfaserverstärkte Polymere	4
1.2.1 Eigenschaftsprofil.....	4
1.2.2 Herstellung.....	6
1.2.3 Anwendungsgebiete.....	8
Literatur	9
2 Prepregs und deren Ausgangsmaterialien	11
<i>Felipe Wolff-Fabris, Hauke Lengsfeld, Johannes Krämer</i>	
2.1 Aufbau und Bereitstellung.....	13
2.2 Matrixsysteme	15
2.3 Fasern und Textilien	18
2.4 Prepreg-Systeme.....	20
Literatur	24
3 Prepreg-Technologie.....	27
<i>Hauke Lengsfeld, Mike Turner</i>	
3.1 Entwicklungsgeschichte.....	27
3.2 Einleitung: Herstellungsmethoden.....	29
3.2.1 Aufbau einer Prepreg-Anlage	31
3.2.2 Prepreg-Herstellverfahren	31
3.2.2.1 Hot-Melt-Verfahren.....	32
3.2.2.2 Lösemittel-Verfahren.....	37

3.2.3	Prepreg-Varianten	39
3.2.3.1	Slit-Tape.....	39
3.2.3.2	Tow-Preg	40
3.2.4	Einfluss von Herstellungsparametern	40
3.2.4.1	Harzgehalt	41
3.2.4.2	Imprägnierungsgrad	42
3.2.4.3	Tack	44
	Literatur	46
4	Prepregs: Verarbeitungstechnologie	47
	<i>Hauke Lengsfeld, Javier Lacalle</i>	
4.1	Einleitung.....	47
4.2	Zuschneiden von Prepregs (engl.: cutting).....	50
4.2.1	Manueller Zuschnitt	50
4.2.2	Automatisierter Zuschnitt	51
4.3	Handlaminieren von Prepregs (Hand-Layup)	55
4.4	Automatisierte Ablegeverfahren: ATL und AFP	58
4.4.1	Einleitung	58
4.4.1.1	Ziel der automatisierten Ablegeverfahren	60
4.4.1.2	Abläufe der automatisierten Ablegeverfahren.....	61
4.4.1.3	Prepregs für automatisierte Ablegeverfahren	65
4.4.1.4	Maschinenarchitektur.....	69
4.4.2	Automatic Tape Laying (ATL)	72
4.4.2.1	Einführung.....	72
4.4.2.2	Prepreg-Materialien für ATL	73
4.4.2.3	Funktionsprinzip des ATL-Verfahrens.....	74
4.4.2.4	ATL-Technologie und wichtige Teilsysteme	77
4.4.2.5	Auswahl der Maschinenkonfiguration für ATL-Verfahren	79
4.4.2.5.1	Maschinenarchitektur für ATL-Verfahren.....	79
4.4.2.5.2	Konfiguration des ATL-Ablagekopfes	81
4.4.3	Automatic Fiber Placement (AFP)	84
4.4.3.1	Einführung.....	84
4.4.3.2	Prepreg-Materialien für AFP.....	85
4.4.3.3	Funktionsprinzip des AFP-Verfahrens.....	87
4.4.3.4	AFP-Technologie und wichtige Teilsysteme	88
4.4.3.4.1	Maschinenarchitektur für AFP-Verfahren.....	93
4.4.3.4.2	Konfiguration des AFP-Ablagekopfes.....	94
4.4.4	Produktivität und Wirtschaftlichkeit der Ablegeverfahren	97
4.4.4.1	Ablegeproduktivität.....	97
4.4.4.2	Wirtschaftlichkeit der automatisierten Ablegeprozesse.....	100
4.5	Pultrusion.....	102

4.6	Hot Forming	106
4.7	Same-Qualified-Resin-Transfer-Moulding-Verfahren (SQR™).....	112
	Literatur	114
5	Härtungstechnologien.....	117
	<i>Felipe Wolff-Fabris</i>	
5.1	Grundlagen des Härtingszyklus.....	117
5.2	Autoklavhärtung.....	121
5.3	Härtung im Ofen.....	124
5.4	Quickstep™-Technologie	125
5.5	Pressverfahren	127
5.6	Induktionsverfahren	128
5.7	Mikrowellenhärtung.....	129
5.8	Elektronenstrahlhärtung.....	132
	Literatur	136
6	Tooling-Technologie	137
	<i>Hauke Lengsfeld, Hilmar Apmann</i>	
6.1	Anforderungen	138
6.2	Tooling-Materialien	140
6.2.1	Metallische Werkstoffe	141
6.2.2	Faserverbundmaterialien GFK/CFK	144
6.2.3	Andere Materialien	147
6.3	Tooling-Herstellung.....	149
6.3.1	Direkte Formherstellung	149
6.3.2	Indirekte Formherstellung.....	150
6.4	Tooling-Konzepte und Beispiele.....	153
6.4.1	Hot-Form-Toolings	153
6.4.2	Aushärtewerkzeuge.....	155
6.4.2.1	Einseitig geschlossene Aushärtewerkzeuge.....	159
6.4.2.2	Beidseitig geschlossene Aushärtewerkzeuge.....	160
6.4.3	Trennmittel und Reinigung.....	161
	Literatur	161
7	Prüfung von Prepregs	163
	<i>Johannes Krämer</i>	
7.1	Charakterisierung des nicht gehärteten Prepregs.....	164
7.1.1	Prepreg-Flächengewicht, Harzgehalt und Faserflächengewicht	164
7.1.2	Prozentualer Harzfluss.....	164
7.1.3	Tack	166

7.1.4	Drapierbarkeit	167
7.1.5	Flüchtige Bestandteile – Volatiles	167
7.1.6	Viskosität	168
7.1.7	Water-Pickup-Test (WPU-Test)	170
7.1.8	Mikroskopie Schnitkantentest.	171
7.2	Charakterisierung des gehärteten Prepregs	171
7.2.1	Faservolumengehalt.	171
7.2.2	Messung der Glasübergangstemperatur	173
7.2.3	Cured Ply Thickness (CPT)	175
	Literatur	175
8	Design und Produktion	177
	<i>Hauke Lengsfeld</i>	
8.1	Bauweisen-Konzepte	177
8.1.1	Positiv/Negativ-Bauweise.	177
8.1.1	Integral/Differenzial-Bauweise.	179
8.1.2	Open-Mould-Konzepte.	182
8.2	Einflussgrößen und Wechselwirkungen	187
8.2.1	Einflussgrößen bei der Bauteilherstellung	187
8.2.2	Wechselwirkungen bei der Bauteilherstellung	189
	Literatur	199
9	Fazit der Autoren	201
	Die Autoren	203
	Index	205