

Inhalt

Vorwort zur zweiten Auflage	V
Danksagung	VII
Die Autoren	IX
Abkürzungsverzeichnis	XVII
1 Einleitung	1
<i>Felipe Wolff-Fabris, Hauke Lengsfeld</i>	
1.1 Werkstoffe	1
1.2 Endlosfaserverstärkte Polymere	5
1.2.1 Eigenschaftsprofil	5
1.2.2 Herstellung	7
1.2.3 Anwendungsgebiete	9
2 Prepregs und deren Ausgangsmaterialien	13
<i>Felipe Wolff-Fabris, Hauke Lengsfeld, Johannes Krämer</i>	
2.1 Aufbau und Bereitstellung	15
2.2 Matrixsysteme	18
2.3 Fasern und Textilien	23
2.4 Prepreg-Systeme	26
2.4.1 Thermoset Prepregs	26
2.4.2 Thermoplastische Prepregs	31
3 Prepreg-Technologie	37
<i>Hauke Lengsfeld, Mike Turner</i>	
3.1 Entwicklungsgeschichte	37
3.2 Einleitung: Herstellungsmethoden	39
3.2.1 Aufbau einer Prepreg-Anlage	42
3.2.2 Herstellverfahren für Thermoset-Prepregs	42
3.2.2.1 Hot-Melt-Verfahren	42
3.2.2.2 Lösemittel-Verfahren Thermoset-Prepregs	47

3.2.3	Herstellverfahren für Thermoplast-Prepregs.	50
3.2.3.1	Pulverbeschichtungsverfahren	50
3.2.3.2	Extrusionsverfahren	52
3.2.3.3	Lösemittel-Verfahren Thermoplast-Prepregs	53
3.2.4	Prepreg-Varianten	55
3.2.4.1	Slit-Tape	55
3.2.4.2	Towpreg	56
3.2.5	Einfluss von Herstellungsparametern	56
3.2.5.1	Matrixgehalt	57
3.2.5.2	Imprägnierungsgrad	59
3.2.5.3	Tack	61
4	Prepregs: Verarbeitungstechnologie	65
	<i>Hauke Lengsfeld, Javier Lacalle, Thomas Neumeyer</i>	
4.1	Einleitung	65
4.2	Zuschneiden von Thermoset-Prepregs (engl.: cutting)	68
4.2.1	Manueller Zuschnitt	68
4.2.2	Automatisierter Zuschnitt	69
4.3	Handlaminiere von Thermoset Prepregs (Hand-Layup)	73
4.4	Automatisierte Ablegeverfahren: Automated-Tape-Laying (ATL) und Automated-Fiber-Placement (AFP)	76
4.4.1	Einleitung	76
4.4.1.1	Ziel der automatisierten Ablegeverfahren	80
4.4.1.2	Abläufe der automatisierten Ablegeverfahren ...	81
4.4.1.3	Prepregs für automatisierte Ablegeverfahren ...	84
4.4.1.4	Maschinenarchitektur	90
4.4.2	Automatic-Tape-Laying (ATL)	96
4.4.2.1	Einführung	96
4.4.2.2	Thermoset Prepreg-Materialien für ATL	98
4.4.2.3	Funktionsprinzip des ATL-Verfahrens	99
4.4.2.4	ATL-Technologie und wichtige Teilsysteme	102
4.4.2.5	Auswahl der Maschinenkonfiguration für ATL-Verfahren	105
4.4.3	Automatic-Fiber-Placement (AFP)	111
4.4.3.1	Einführung	111
4.4.3.2	Prepreg-Materialien für AFP	112
4.4.3.3	Funktionsprinzip des AFP-Verfahrens	115
4.4.3.4	AFP-Technologie und Konfigurationen	117
4.4.3.5	Kriterien für die Auswahl einer AFP-Konfiguration	128
4.4.4	Produktivität und Wirtschaftlichkeit der Ablegeverfahren	130
4.4.4.1	Ablege- und Floor-to-Floor Produktivität	131

4.4.4.2	Charakterisierung der Maschinenleistung.	132
4.4.4.3	Wirtschaftlichkeit der automatisierten Ablegeprozesse	135
4.4.5	Herstellung von Formteilen auf Basis von thermoplastischen UD-Tapes.	136
4.4.5.1	Tape-Gelege auf Basis von UD-Tapes als flächige Halbzeuge	137
4.4.5.2	Verfahrenstechnik zur Herstellung von Gelegen auf Basis von UD-Tapes	139
4.5	Pultrusion	144
4.6	Hot-Forming	148
4.7	Same-Qualified-Resin-Transfer-Moulding-Verfahren (SQRTM) . .	155
5	Härtungs- und Konsolidierungstechnologien	161
	<i>Felipe Wolff-Fabris, Hauke Lengsfeld, Thomas Neumeyer</i>	
5.1	Grundlagen des Härtingszyklus	161
5.2	Autoklav-Verfahren	165
5.3	Härtung im Ofen	169
5.4	Quickstep™-Technologie	170
5.5	Pressverfahren	171
5.5.1	Pressverfahren für duroplastische Formteile	171
5.5.2	Pressverfahren zur Herstellung thermoplastischer Bauteile	173
5.5.2.1	Verfahren zur Vorkonsolidierung	174
5.5.2.2	Thermoformen von konsolidierten Tape-Gelegen	176
5.5.2.3	Profilherstellung aus thermoplastischen UD-Tapes	179
5.6	Induktionsverfahren	180
5.7	Mikrowellenhärtung	182
5.8	Elektronenstrahlhärtung	184
6	Tooling-Technologie	191
	<i>Hauke Lengsfeld, Hilmar Apmann</i>	
6.1	Anforderungen	192
6.2	Tooling-Materialien	194
6.2.1	Metallische Werkstoffe	195
6.2.2	Faserverbundmaterialien GFK/CFK.	198
6.2.3	Andere Materialien.	203
6.3	Tooling-Herstellung	204
6.3.1	Direkte Formherstellung	204
6.3.2	Indirekte Formherstellung.	206

6.4	Tooling-Konzepte und Beispiele	209
6.4.1	Hot-Form-Toolings	209
6.4.2	Aushärtewerkzeuge	211
6.4.2.1	Einseitig geschlossene Aushärtewerkzeuge.....	216
6.4.2.2	Beidseitig geschlossene Aushärtewerkzeuge....	216
6.4.3	Trennmittel und Reinigung.....	217
7	Prüfung von Prepregs	219
7.1	Charakterisierung des unverarbeiteten Prepregs.....	220
7.1.1	Prepreg-Flächengewicht, Harzgehalt und Faserflächengewicht.....	220
7.1.2	Prozentualer Harzfluss	221
7.1.3	Tack	222
7.1.4	Drapierbarkeit.....	223
7.1.5	Flüchtige Bestandteile - Volatiles.....	223
7.1.6	Viskosität.....	224
7.1.7	Water-Pickup-Test (WPU-Test).....	226
7.1.8	Mikroskopie Schnittkantentest	227
7.1.9	Zugprüfung an thermoplastischen UD-Tapes (Single-Ply-Test)	228
7.2	Charakterisierung am Laminat	229
7.2.1	Faservolumengehalt.....	229
7.2.2	Messung der Glasübergangstemperatur	230
7.2.3	Cured-Ply-Thickness (CPT)	232
8	Design und Produktion	235
	<i>Hauke Lengsfeld</i>	
8.1	Bauweisen-Konzepte	235
8.1.1	Positiv-/Negativ-Bauweise	235
8.1.2	Integral-/Differenzial-Bauweise	237
8.1.3	Open-Mould-Konzepte	240
8.2	Einflussgrößen und Wechselwirkungen	246
8.2.1	Einflussgrößen bei der Bauteilherstellung.....	246
8.2.2	Wechselwirkungen bei der Bauteilherstellung.....	248
9	Fazit der Autoren	259
	Index.....	261