

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	v
Danksagung	vii
Autorenverzeichnis	xxi
1 Einführung	1
<i>Chokri Cherif</i>	
2 Textile Prozesskette und Einordnung der textilen Halbzeuge	9
<i>Chokri Cherif</i>	
2.1 Einleitung	9
2.2 Textile Prozesskette	12
2.2.1 Darstellung	12
2.2.2 Begriffsbestimmung	13
2.3 Textile Halbzeuge und Preforms für den Leichtbau	27
2.3.1 Einteilung, Abgrenzung und Begriffsbestimmungen	27
2.3.2 Preform und Preforming	30
2.3.3 Vorteile der Integration der Matrix als Endlosfaser	32
2.4 Anwendung und Leistungspotenzial textiler Halbzeuge und Preforms im Leichtbau	34
Literaturverzeichnis	36
3 Textile Faserstoffe	39
<i>Christiane Freudenberg</i>	
3.1 Einleitung	39

3.2	Technologische Grundlagen zur Chemiefaserherstellung	41
3.2.1	Prinzipien der Chemiefaserherstellung	41
3.2.2	Faserparameter	47
3.2.3	Molekulare und übermolekulare Struktur textiler Faserstoffe	53
3.2.4	Oberflächenpräparation für die textile Verarbeitung	61
3.3	Verstärkungsfasern	62
3.3.1	Einführung	62
3.3.2	Glasfaserstoffe	63
3.3.3	Carbonfaserstoffe	73
3.3.4	Aramidfaserstoffe	83
3.3.5	Weitere hochfeste Chemiefasern aus synthetischen Polymeren organischen Ursprungs	89
3.3.6	Weitere hochfeste Chemiefasern aus natürlichen Polymeren anorganischen Ursprungs	91
3.3.7	Metallfasern	93
3.3.8	Naturfasern	94
3.3.9	Technologische Eigenschaften von Hochleistungsfasern	95
3.3.10	Übersicht zu den Verstärkungsfasern	97
3.4	Matrixfasern aus thermoplastischen Polymeren	101
3.4.1	Aufgaben und allgemeine Merkmale von Matrixfasern	101
3.4.2	Bedeutende Matrixfasern	102
3.5	Anforderungsgerechte Weiterverarbeitung in der textilen Prozesskette	104
3.5.1	Hybride Filamentgarne	104
3.5.2	Faserausrüstung	105
	Literaturverzeichnis	105
4	Garnkonstruktionen und Garnbildungstechniken	111
	<i>Beata Lehmann und Claudia Herzberg</i>	
4.1	Einleitung und Übersicht	111
4.1.1	Einleitung	111
4.1.2	Garnparameter und Garnstruktur	112
4.1.3	Garn aus Faserstoffmischungen (Hybridgarn)	115
4.2	Einfachgarn für Fadenhalbzeuge	119
4.2.1	Einteilung	119
4.2.2	Filamentgarn	120

4.2.3	Spinnfaserband und Spinnfasergarn	130
4.2.4	Filament-Spinnfaser-Garn	144
4.3	Mehrfachgarn für Fadenhalbzeuge	149
4.3.1	Einteilung	149
4.3.2	Glattzwirn	149
4.3.3	Kablierzwirn	154
4.3.4	Umwindungszwirn	155
4.4	Empfehlungen für die Weiterverarbeitung zu Fadenhalbzeugen ...	157
4.5	Nähgarn für die Montage textiler Halbzeuge	158
4.5.1	Einführung	158
4.5.2	Nähgarnkonstruktion	159
4.5.3	Nähgarnfunktion	162
4.6	Funktionsintegration	163
4.7	Garnausrüstung	164
4.8	Bedeutung der Garne für Faserverbundwerkstoffe	164
	Literaturverzeichnis	165
5	Gewebte Halbzeuge und Webtechniken	171
	<i>Cornelia Kowtsch, Gerald Hoffmann und Roland Kleicke</i>	
5.1	Einleitung und Übersicht	171
5.2	Gewebeaufbau	173
5.2.1	Definition	173
5.2.2	Schematische Darstellung	173
5.2.3	Grundbindungen	174
5.2.4	Erweiterte und abgeleitete Grundbindungen	177
5.2.5	Jacquardbindungen	179
5.3	Gewebeparameter und -eigenschaften	180
5.3.1	Gewebeparameter	180
5.3.2	Gewebeeigenschaften	182
5.4	Gewebefertigung	186
5.4.1	Webverfahren	186
5.4.2	Grundaufbau der Webmaschine	187
5.4.3	Kettfadenzuführung	188
5.4.4	Fachbildeinrichtungen	189
5.4.5	Schusseintragsprinzipien	193
5.4.6	Schussfadenanschlag	199

5.4.7	Gewebeabzug und -speicherung	200
5.5	2D-Gewebe-Strukturen	201
5.5.1	Konventionelle 2D-Gewebe	201
5.5.2	Zweilagigen- und profilierte Gewebe	201
5.5.3	Zweidimensionale Mehrlagengewebe-Strukturen	203
5.5.4	Drehergewebe	204
5.5.5	Multiaxialgewebe	206
5.5.6	Open Reed Gewebe	208
5.5.7	2D-Polargewebe	210
5.5.8	Schalenförmig gewebte 3D-Geometrien	212
5.6	3D-Gewebestrukturen	214
5.6.1	Dreidimensionale Mehrlagengewebe und integral gewebte Profile	214
5.6.2	Abstandsgewebe	215
5.6.3	Faltengewebe	218
5.6.4	3D-Orthogonalgewebe	220
5.6.5	3D-Polargewebe	221
5.7	Funktionsintegration	222
	Literaturverzeichnis	223
6	Gestrickte Halbzeuge und Stricktechniken	225
	<i>Wolfgang Trümper</i>	
6.1	Einleitung und Übersicht	225
6.2	Grundlagen	227
6.2.1	Allgemeines	227
6.2.2	Bindungselemente	228
6.2.3	Grundbindungen	233
6.2.4	Gestrickeigenschaften und Strickparameter	236
6.2.5	Strickverfahren	239
6.3	Flach- und Rundgestricke	243
6.3.1	Möglichkeiten der Formgebung	243
6.3.2	Herstellung auf Flachstrickmaschinen	245
6.3.3	Herstellung auf Rundstrickmaschinen	248
6.3.4	Entwicklungstendenzen in der Stricktechnik	252
6.3.5	2D- und 3D-Gestricke mit integrierten Verstärkungsfäden	253
6.4	Funktionsintegration	261

Literaturverzeichnis	262
7 Gewirkte Halbzeuge und Wirktechniken	265
<i>Jan Hausding und Jan Martin</i>	
7.1 Einleitung und Übersicht	265
7.2 Bindungskonstruktion beim Kettenwirken	267
7.2.1 Darstellung der Bindungen	267
7.2.2 Bindungselemente	271
7.2.3 Bindungen für die Herstellung Technischer Textilien ...	271
7.3 Grundlagen der Herstellung gewirkter Halbzeuge	275
7.3.1 Einführung	275
7.3.2 Speichern, Zuführen und Transport der Ausgangsmaterialien	277
7.3.3 Fügen der Ausgangsmaterialien – Maschenbildungsvorgang	284
7.3.4 Trennen, Abziehen und Aufwickeln der Warenbahn	287
7.3.5 Prozessintegrierte Fertigung	289
7.4 Maschinenteknik für zweidimensionale gewirkte Halbzeuge	290
7.4.1 Konventionelle RL-Kettenwirkmaschinen zur Herstellung gewirkter Halbzeuge	290
7.4.2 Multiaxial-Kettenwirkmaschinen für die Fertigung gewirkter Verstärkungsstrukturen	292
7.5 Maschinenteknik für dreidimensionale gewirkte Halbzeuge	298
7.6 Parameter und Eigenschaften der gewirkten Halbzeuge	300
Literaturverzeichnis	304
8 Geflochtene Halbzeuge und Flechttechniken	307
<i>Ezzeddine Laourine</i>	
8.1 Einleitung und Übersicht	307
8.2 Klassifizierung der Flechtverfahren	308
8.3 Funktionsweise einer Flechtmaschine	309
8.4 2D-Flechtverfahren	311
8.4.1 Rundflechten	311
8.4.2 Umflechten	312
8.5 3D-Flechtverfahren	312
8.5.1 Umflechten von 3D-Strukturen	313
8.5.2 3D-Flechten mit konzentrischen Klöppelbahnen	314

8.5.3	3D-Flechten mit kartesischen Klöppelbahnen	314
8.5.4	3D-Flechten mit modularen Klöppelantrieben	316
8.6	Klöppelkonstruktionen	318
8.7	Flügelrad	319
8.8	Antrieb	321
8.9	Einsatzgebiete für geflochtene Strukturen	323
8.10	Funktionsintegration	323
	Literaturverzeichnis	324
9	Vliesstoffhalbzeuge und Vliesbildungstechniken	327
	<i>Kathrin Pietsch und Hilmar Fuchs</i>	
9.1	Einleitung und Übersicht	327
9.1.1	Begriff	327
9.1.2	Übersicht	328
9.2	Herstellungsverfahren für Vliesstoffe	331
9.2.1	Übersicht	331
9.2.2	Faservorbereitung	332
9.2.3	Grundprinzipien der Vliesbildung	332
9.2.4	Grundprinzipien zur Vliesverfestigung	340
9.2.5	Veredlung	348
9.3	Struktur und Eigenschaften	348
9.3.1	Übersicht	348
9.3.2	Konstruktionsparameter	350
9.3.3	Ausgewählte Struktureigenschaften	353
9.4	Ausgewählte Anwendungsbeispiele für vliesstoffbasierte Halbzeuge	358
9.4.1	Übersicht	358
9.4.2	Technologien zur Herstellung von Vliesstoff-Verbunden	358
9.4.3	Vliesstoff-Halbzeuge für Faserverbundwerkstoffe	360
9.4.4	Vliesstoffbasierte Funktionsschichten für die Filter- und Energietechnik	363
9.5	Entwicklungstendenzen	364
	Literaturverzeichnis	365
10	Gestickte Halbzeuge und Sticktechniken	367
	<i>Mirko Schade</i>	
10.1	Einleitung	367

10.2	Grundprinzip des Stickens	368
10.3	Tailored Fibre Placement (TFP)	369
10.3.1	Prinzip	369
10.3.2	Maschinenteknik und Stickparameter	370
10.4	Gestickte Halbzeuge	373
10.4.1	Zweidimensionale gestickte Halbzeuge	373
10.4.2	Dreidimensional gestickte Halbzeuge	376
10.4.3	Gestickte Halbzeuge mit Fadenreserven	377
	Literaturverzeichnis	378
11	Vorimprägnierte textile Halbzeuge (Prepregs)	381
	<i>Olaf Diestel und Jan Hausding</i>	
11.1	Einleitung	381
11.2	Duroplastische Prepregs	384
11.2.1	Fließfähige duroplastische Prepregs und Formmassen (SMC/BMC)	384
11.2.2	Nicht fließfähige duroplastische Prepregs aus Garnen und ebenen, flächigen Halbzeugen	387
11.3	Thermoplastische Prepregs	391
11.3.1	Fließfähige thermoplastische Prepregs und Pressmassen (GMT/LFT)	391
11.3.2	Nicht fließfähige thermoplastische Prepregs mit Endlosfaserverstärkung aus Garnen bzw. ebenen, flächigen Halbzeugen	394
	Literaturverzeichnis	399
12	Konfektionstechnik für Faserverbundwerkstoffe	403
	<i>Hartmut Rödel</i>	
12.1	Einleitung	403
12.2	Produktentwicklung	406
12.3	Schnittbildgestaltung und Materialausnutzung	408
12.4	Lagenlegen	409
12.4.1	Zweck des Lagenlegens	409
12.4.2	Legeverfahren	409
12.4.3	Varianten der Realisierung des Lagenlegens	410
12.4.4	Behandlung von Fehlern in der Verstärkungsstruktur	412
12.5	Zuschnitttechnik	413

12.5.1	Allgemeines	413
12.5.2	Trennen von Verstärkungstextilien	414
12.6	Textile Montage mittels Nähtechnik	418
12.6.1	Begriffe	418
12.6.2	Stichbildung	426
12.6.3	Allgemeines zur Nähtechnik in der Preformfertigung	432
12.6.4	Nahtfunktionen	433
12.6.5	Nähtechnik für die Composite-Montage	434
12.6.6	Nähguthalterungen und Formkörper	439
12.6.7	Nähtechnische Bearbeitungszentren	442
12.6.8	Automatisierte Handhabung textiler Zuschnitteile	443
12.7	Textile Montage mittels Schweißtechnik	446
12.8	Textile Montage in der Preformfertigung mittels Klebetechnologie bzw. Bindertechnologie	449
	Literaturverzeichnis	450
13	Textile Ausrüstung und Ausrüstungstechniken	453
	<i>Heike Hund und Rolf-Dieter Hund</i>	
13.1	Einleitung und Übersicht	453
13.2	Chemisch-physikalische Grundlagen	454
13.2.1	Oberflächenenergie, Oberflächenspannung	455
13.2.2	Grenzflächenenergie	456
13.2.3	Chemische Eigenschaften textiler Oberflächen	456
13.2.4	Chemische Eigenschaften von Fasermaterialien	457
13.2.5	Chemische Eigenschaften von Spinnpräparationen und Schichten	461
13.2.6	Chemie der Matrix-Grenzflächen	465
13.2.7	Topografie textiler Oberflächen	469
13.3	Materialkombinationen und Kompatibilität	469
13.3.1	Physikalische Kompatibilität	470
13.3.2	Chemische Kompatibilität	472
13.4	Experimentelle Ermittlung physikalischer und chemischer Eigenschaften von Grenzflächen	473
13.4.1	Untersuchungen zur Oberflächenenergie textiler Materialien	473
13.4.2	Untersuchungen zur Chemie der Oberflächen textiler Materialien	478

13.5	Ausrüstungsverfahren, Methoden und Technologien	482
13.5.1	Spinnprozess integrierte Ausrüstung von Fasern	483
13.5.2	Vorbehandlung von textilen Garnen und Flächen im Veredlungsprozess	484
13.5.3	Ausrüstung von textilen Materialien	492
	Literaturverzeichnis	504
14	Textilphysikalische Prüfungen	509
	<i>Thomas Pusch</i>	
14.1	Einleitung	509
14.2	Prüftechnische Grundlagen	510
14.2.1	Messtechnik vs. Prüftechnik	510
14.2.2	Messwertaufnehmer	512
14.2.3	Prüfklima	516
14.2.4	Mechanische Formänderung	517
14.2.5	Darstellung von Prüfergebnissen	520
14.3	Prüfung von Fasern und Filamenten	521
14.3.1	Durchmesser	522
14.3.2	Feinheit	522
14.3.3	Zugfestigkeit, E-Modul	523
14.4	Prüfung von Garnen	524
14.4.1	Feinheit	524
14.4.2	Drehung	525
14.4.3	Zugfestigkeit, E-Modul	526
14.4.4	Schlichte- und Präparationsanteil	530
14.4.5	Feuchtegehalt	531
14.4.6	Weitere Prüfverfahren	531
14.5	Prüfung von textilen Flächen	532
14.5.1	Dicke	533
14.5.2	Flächenbezogene Masse	534
14.5.3	Zugfestigkeit, E-Modul	534
14.5.4	Biegesteifigkeit	537
14.5.5	Harz- und Faseranteil	538
14.5.6	Weitere Prüfverfahren	538
14.6	Prüfung von Faserkunststoffverbunden	539
14.6.1	Prüfungen ohne mechanische Belastung	540

14.6.2	Prüfungen mit niedriger Verformungsgeschwindigkeit . . .	542
14.6.3	Prüfungen mit hoher Verformungsgeschwindigkeit	554
14.6.4	Weitere Prüfverfahren	561
14.7	Prüfung weiterer faserbasierter Verbundwerkstoffe	562
14.7.1	Textilmembranen	562
14.7.2	Textilbewehrter Beton	564
	Literaturverzeichnis	566
	Normative Verweisungen	566
15	Modellierung und Simulation	573
	<i>Lina Girdauskaite, Georg Haasemann und Sybille Krzywinski</i>	
15.1	Einleitung	573
15.2	Deformationsverhalten von textilen Verstärkungshalbzeugen	575
15.2.1	Allgemeine Betrachtungen	575
15.2.2	Zugkenngrößen	575
15.2.3	Biegekenngrößen	576
15.2.4	Scherkenngrößen	577
15.3	Rechnergestützte Simulation des Deformationsverhaltens textiler Verstärkungshalbzeuge	587
15.3.1	Modelle zur Simulation des Deformationsverhaltens	587
15.3.2	Kinematische Modellierung des Deformationsverhaltens	590
15.3.3	Lokale Strukturfixierung zur definierten Drapierung textiler Strukturen auf stark gekrümmten Oberflächen	600
15.4	Modellierung von Verbundwerkstoffen	603
15.4.1	Modellierung des Faser-Matrixverbundes (Mikroebene)	604
15.4.2	Modellierung des Textiles im Verbund (Mesoebene)	606
15.5	Materialeigenschaften von Verbundwerkstoffen am Beispiel des Mehrlagengestricks	616
15.5.1	Experimentelle Untersuchungen	616
15.5.2	Homogenisierung auf Basis des Energiekriteriums	623
	Literaturverzeichnis	632
16	Weiterverarbeitungsaspekte und Anwendungsbeispiele	637
	<i>Chokri Cherif, Olaf Diestel, Thomas Engler, Evelin Hufnagl und Silvio Weiland</i>	
16.1	Einführung	637
16.2	Aufbau von Verbundwerkstoffen	639

16.3	Faserkunststoffverbunde	641
16.3.1	Allgemeines	641
16.3.2	Verstärkungsaufbauten	644
16.3.3	Matrixsysteme	649
16.3.4	Bauteilherstellungsverfahren und -anwendungen	651
16.4	Textilbewehrter Beton	666
16.4.1	Besonderheiten von Betonmatrices	666
16.4.2	Geeignete textile Fasermaterialien	668
16.4.3	Fertigungstechnologische Grundlagen textiler Betonbewehrungen	670
16.4.4	Verbund- und Tragverhalten textiler Strukturen im Beton	673
16.4.5	Einflüsse textiltechnologischer Parameter des Nähwirkverfahrens auf den Verbundbaustoff	676
16.4.6	Bemessungsrelevante Kennwerte von textilbewehrtem Beton	678
16.4.7	Instandsetzung und Verstärkung bestehender Bausubstanz	681
16.4.8	Ausbildung von textilbewehrten Einzelbauteilen	683
16.4.9	Entwicklungstendenzen für Textilbeton	686
16.5	Textilmembranen für den Leichtbau	687
16.5.1	Begriffsbestimmung und Anwendungsbereiche	687
16.5.2	Anforderungen an Baumembranen	689
16.5.3	Beschaffenheit von Baumembranen	690
16.5.4	Umsetzung von Membranbauten	695
	Literaturverzeichnis	696
	Formelzeichen und Abkürzungen	703
	Stichwortverzeichnis	711