

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Ausgangssituation	1
1.2	Zentrale Defizite und daraus abgeleitete Ziele der Arbeit	1
1.3	Ansatz und Vorgehen zur Erreichung der Ziele	3
1.4	Aufbau der Arbeit	5
2	Leichtbau	7
2.1	Faserverbundkunststoffe	10
2.2	Verstärkungsfasern	12
2.3	Halbzeuge	16
2.4	Fertigungsverfahren für faserverstärkte Strukturbauteile	22
2.5	Anwendung künstlicher Intelligenz in der Faserverbundbranche	34
2.6	Zusammenfassung	37
3	Planung und Gestaltung von Prozessketten	38
3.1	Planungsansätze in der Faserverbundbranche	40
3.1.1	Vier-Stufen-Methodik nach GRUNDMANN	41
3.1.2	Sechs-Stufen-Methodik nach GREB	42
3.1.3	Vier-Stufen-Methodik nach GÖTZFRIED	43
3.1.4	Weitere Unterstützungsansätze und -systeme im Faserverbundbereich	44
3.2	Planungsansätze aus anderen Branchen und Bereichen	45
3.2.1	Produktionstechnik	46
3.2.2	Informationstechnik	47
3.2.3	Logistik	49
3.3	Bewertung der vorgestellten Ansätze	50
4	Zielstellung und methodisches Vorgehen	60
5	Verfahrensauswahl durch Geometrieklassifizierung	64
5.1	Definition der Geometrieklassen	64
5.2	Auswahl des Klassifizierungsansatzes	67
5.3	Verwendeter Datensatz und Hyperparameteroptimierung	69
5.4	Training und Validierung der Neuronalen Netze	72

5.5 Zusammenfassung	77
6 Scheduling von Prozessmodulen	79
6.1 Makespan-Minimierung	82
6.2 Minimierung der Leerlaufzeiten	84
6.3 Kumulations-Ansatz	85
6.4 Validierung und Evaluation der Modelle	86
6.5 Zusammenfassung	88
7 Vorgehen zur methodischen Prozesskettenplanung	91
8 Anforderungen an eine Planungs-Software	99
9 Softwarebasierte Planungsunterstützung	103
9.1 Optimierungs-Applikation	103
9.2 Recommender-Applikation	106
9.3 Zusammenfassung	109
10 Generierung eines Technologiedatensatzes	111
10.1 Produktionsszenarien	113
10.1.1 Losgröße	115
10.1.2 Qualität	116
10.2 Technologiewahrscheinlichkeiten	117
10.3 Heuristische Berücksichtigung von Interdependenzen	119
10.4 Zusammenfassung	122
11 Evaluation der Planungsunterstützungs-Tools	123
11.1 Aufbau und Ablauf der Studie	123
11.2 Messung der Zielgrößen	126
11.3 Auswertung der Studie	127
11.4 Zusammenfassung	137
12 Technische Validierung des Ansatzes	139
12.1 Beschreibung der Stichprobe aus der Industrie	140
12.2 Vergleich der Studienergebnisse mit der Evaluation	140
12.3 Technischer Nutzen der Recommender-App	142

12.4 Zusammenfassung	145
13 Technisch-wirtschaftliche Verwertung des Ansatzes	147
13.1 Struktur der Faserverbundindustrie	147
13.2 Ableitung eines Nutzungsmodells	149
13.2.1 Nutzungsmodell	149
13.2.2 Kommunikationsstrategie	150
13.2.3 Bereitstellung	151
13.3 Monetarisierung von Prozessdaten	152
13.4 Geschäftsmodellgestaltung	154
13.5 Wirtschaftlichkeitsanalyse der Verwertungsstrategie	161
13.5.1 Erste Verwertungsphase – Daten- und Nutzerakquise	162
13.5.2 Zweite Verwertungsphase – Digitales Ökosystem	164
13.6 Zusammenfassung	167
14 Zusammenfassung	169
15 Ausblick	173
16 Summary	176
17 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	180
17.1 Abbildungen	180
17.2 Tabellen	186
18 Literatur	188
19 Anhang A: Abkürzungsverzeichnis, Formelzeichen	224
20 Anhang B: Geometrieklassifizierung	227
21 Anhang C: Kofferschalenherstellung	232
22 Anhang D: Entscheidungsunterstützungsassps	234
23 Anhang E: Generierung des Datensatzes	238
23.1 Verteilungsfunktionen in Abhängigkeit der Losgröße	239
23.2 Verteilungsfunktionen in Abhängigkeit der Qualität	245

23.3 Zusammenhang zwischen Konsolidierungsverfahren und Nachbearbeitungsaufwand	251
24 Anhang F: Design der Evaluationsstudie	253
24.1 Studienleitfaden – Einleitung	253
24.2 Studienleitfaden – Demographische Abfrage	254
24.3 Studienleitfaden – Szenario	255
24.4 Studienleitfaden – Aufgabenbearbeitung	255
24.4.1 Aufgaben EcoPreform	256
24.4.2 Aufgaben Recommender-App	260
24.4.3 Aufgaben Optimierugs-App	262
24.5 Studienleitfaden – Allgemeine Fragen	264
24.6 Studienleitfaden – System Usability Scale	265
24.7 Studienleitfaden – Ende	266
25 Anhang G: Studienergebnisse	267
26 Anhang H: Geschäftsmodellentwicklung	272