

1	Einleitung und Zielsetzung	1
2	Grundlagen	3
2.1	Faserverbundkunststoffe im Automobilbau	3
2.2	Thermoplastische Faserverbundwerkstoffe	5
2.3	Herstellung endlosfaserverstärkter thermoplastischer Kunststoffbauteile	7
2.3.1	Halbzeuherstellung und Weiterverarbeitung.....	8
2.3.2	Einstufige Bauteilherstellung.....	12
2.3.3	Aufheizstrategien von Werkzeugen und Halbzeugen.....	14
2.3.4	Das In-Mould-Impregnation-Verfahren	16
2.4	Kohlenstofffasern und textile Strukturen	18
2.4.1	Aufbau von Kohlenstofffasern.....	18
2.4.2	Textile Strukturen aus Kohlenstofffasern.....	21
2.4.3	Thermoelektrische Eigenschaften von Kohlenstofffasern	22
2.4.4	Thermoelektrische Eigenschaften textiler Strukturen	25
2.4.5	Widerstandserwärmung von Kohlenstofffasern	27
2.5	Wärmehaushalt von stromdurchflossenen Leitern	30
2.5.1	Grundlagen zur Betrachtung des Wärmehaushaltes.....	30
2.5.2	Elektrische Widerstandserwärmung	32
2.6	Zusammenfassende Bewertung des Kenntnisstandes	35
3	Untersuchte Werkstoffe und Anlagentechnik	37
3.1	Werkstoffe	37
3.1.1	Kohlenstofffasern und textile Strukturen	37
3.1.2	Matrixsystem.....	40
3.2	Anlagentechnik	41
3.2.1	Messaufbau zur Widerstandsbestimmung.....	42
3.2.2	Aufheizprüfstand	44
3.2.3	Probekörperwerkzeug und Spritzgussmaschine	45
4	Versuchsdurchführung und –auswertung	48
4.1	Elektrische Eigenschaften von Kohlenstofffasern	48
4.1.1	Widerstandsmessungen	48
4.1.2	Bestimmung des elektrischen Übergangswiderstands	50
4.2	Thermoanalytische Untersuchungen	51
4.2.1	Thermogravimetrische Analyse (TGA)	52
4.2.2	Bestimmung der Wärmekapazität.....	52
4.2.3	Laser-Flash-Messungen	53
4.2.4	Hot-Disk Messungen.....	54
4.2.5	Thermografie an Einzelrovings und textilen Strukturen	55
4.3	Simulation des Wärmehaushalts	59
4.3.1	Kennwerte für die Simulation des Wärmehaushalts	59
4.3.2	Modellbildung für die FEM-Simulation	61
4.3.3	Parametervariation in der Simulation.....	63
4.4	Analyse des Imprägniergrades	64

4.4.1	Faserarchitekturen	64
4.4.2	Parameter zur Herstellung von Probekörpern	64
4.4.3	Methodik zur Beurteilung des Imprägniergrades	65
5	Untersuchungsergebnisse	68
5.1	Kennwertermittlung an Kohlenstofffasern	68
5.1.1	Elektrische Widerstandsmessungen	68
5.1.2	Thermophysikalische Eigenschaften	71
5.2	Experimente zum Aufheizverhalten	74
5.2.1	Aufheizverhalten einzelner Rovings	74
5.2.2	Aufheizverhalten textiler Strukturen	79
5.3	Simulation des Aufheizverhaltens	85
5.3.1	Simulation einzelner Rovings	85
5.3.2	Simulation textiler Strukturen	89
5.3.3	Parametervariation in der Simulation	92
5.4	Einflüsse auf den Imprägniergrad	96
5.4.1	Variation der Faserarchitektur	97
5.4.2	Variation des Prägeprogramms	99
6	Bewertung der Untersuchungsergebnisse	103
6.1	Temperatur- und druckabhängige Eigenschaften der Kohlenstofffaser	103
6.2	Aufheizverhalten von Kohlenstofffasern und textilen Strukturen	105
6.3	Vergleich von Simulation und Aufheizversuchen	110
6.4	Zusammenhang zwischen Aufheizverhalten und Imprägniergrad	114
6.4.1	Einfluss der Faserarchitektur	114
6.4.2	Korrelation der Prozessparameter	116
6.5	Prozessfenster der In-Mould-Impregnation	117
7	Zusammenfassung	120
8	Literaturverzeichnis	122
9	Liste der Formelzeichen und Abkürzungen	134
10	Anhang	136