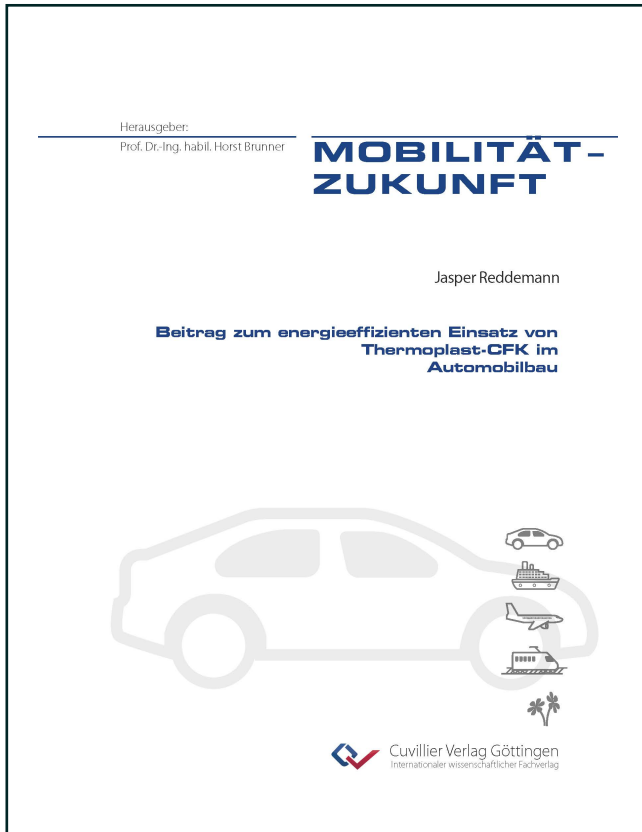




Jasper Reddemann (Autor)  
**Beitrag zum energieeffizienten Einsatz von  
Thermoplast-CFK im Automobilbau**



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/8846>

Copyright:  
Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,  
Germany  
Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>

<b>1</b>	<b>Einleitung und Zielsetzung</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b> .....	<b>3</b>
2.1	Faserverbundkunststoffe im Automobilbau.....	3
2.2	Thermoplastische Faserverbundwerkstoffe.....	5
2.3	Herstellung endlosfaserverstärkter thermoplastischer Kunststoffbauteile .....	7
2.3.1	Halbzeugerherstellung 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
<b>3</b>	<b>Untersuchte Werkstoffe und Anlagentechnik</b> .....	<b>37</b>
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
<b>4</b>	<b>Versuchsdurchführung und –auswertung</b> .....	<b>48</b>
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
<b>5</b>	<b>Untersuchungsergebnisse .....</b>	<b>68</b>
<b>5.1</b>	<b>Kennwertermittlung an Kohlenstofffasern .....</b>	<b>68</b>
5.1.1	Elektrische Widerstandsmessungen .....	68
5.1.2	Thermophysikalische Eigenschaften .....	71
<b>5.2</b>	<b>Experimente zum Aufheizverhalten .....</b>	<b>74</b>
5.2.1	Aufheizverhalten einzelner Rovings .....	74
5.2.2	Aufheizverhalten textiler Strukturen .....	79
<b>5.3</b>	<b>Simulation des Aufheizverhaltens .....</b>	<b>85</b>
5.3.1	Simulation einzelner Rovings .....	85
5.3.2	Simulation textiler Strukturen .....	89
5.3.3	Parametervariation in der Simulation .....	92
<b>5.4</b>	<b>Einflüsse auf den Imprägniergrad .....</b>	<b>96</b>
5.4.1	Variation der Faserarchitektur .....	97
5.4.2	Variation des Prägeprogramms .....	99
<b>6</b>	<b>Bewertung der Untersuchungsergebnisse .....</b>	<b>103</b>
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
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>120</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>122</b>
<b>9</b>	<b>Liste der Formelzeichen und Abkürzungen .....</b>	<b>134</b>
<b>10</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>136</b>