

# **IVW - Schriftenreihe Band 73**

Institut für Verbundwerkstoffe GmbH - Kaiserslautern

---

**Robert Lahr**

**Partielles Thermoformen  
endlosfaserverstärkter  
Thermoplaste**

**Inhaltsverzeichnis**

<b>Formel- und Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>IV</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>IX</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1 Das Marktpotenzial thermoplastischer Faser-Kunststoff-Verbunde .....	1
1.2 Aufgabenstellung und Zielsetzung .....	3
<b>2 Stand der Technik endlosfaserverstärkter Thermoplaste</b> .....	<b>7</b>
2.1 Prozesskette endlosfaserverstärkter Thermoplaste .....	7
2.2 Thermoplastische Halbzeuge.....	9
2.2.1 Thermoplastische Matrixsysteme .....	9
2.2.2 Verstärkungsfasern .....	11
2.2.3 Herstellprozesse.....	12
2.3 Halbzeugaufheizverfahren .....	13
2.3.1 Heißgas .....	15
2.3.2 Kontakt .....	16
2.3.3 Infrarot- oder Wärmestrahlung .....	16
2.3.4 Laser .....	18
2.3.5 Mikrowelle .....	19
2.3.6 Induktive Erwärmung.....	20
2.3.7 Gegenüberstellung der verschiedenen Aufheizverfahren.....	23
2.4 Thermoformen endlosfaserverstärkter Thermoplaste .....	23
2.4.1 Grundprinzip des Thermoformens (Drapierung).....	23
2.4.2 Globales Umformen.....	26
2.4.3 Partielles Umformen.....	29
2.4.4 Dickenadaptives Umformen .....	30
<b>3 Partielles Thermoformen und Funktionsintegration</b> .....	<b>35</b>

3.1	Einleitung .....	35
3.2	Demonstrator .....	36
3.2.1	Ausgangslage – alternative Herstellverfahren .....	36
3.2.2	Bauteilauslegung .....	38
3.3	Induktive Erwärmung zum lokalen Thermoformen .....	40
3.4	Umformmechanismen .....	42
3.5	Integration des Lagerfügens.....	48
<b>4</b>	<b>Experimentelle Versuchsdurchführungen und Ergebnisse .....</b>	<b>51</b>
4.1	Induktive Erwärmung .....	51
4.2	Thermoformen.....	53
4.2.1	Materialtransport .....	55
4.2.2	Umformverhalten beim partiellen Thermoformen (Phase 1).....	56
4.2.3	Funktionsintegration des Lagerfügens in den Thermoformprozess..	64
4.2.3.1	Einseitig unsymmetrischer Lagersitz (Phase 2) .....	67
4.2.3.2	Symmetrischer Lagersitz (Phasen 3 und 4) .....	69
4.3	Lagerfügen .....	83
4.3.1	Vorbehandlungsmethoden .....	83
4.3.2	Ausdrückversuche.....	84
4.4	Bauteilfunktionsprüfung.....	87
4.5	Modellbildung und Vergleichsrechnung .....	91
4.5.1	Geometrische Restriktionen .....	91
4.5.2	Thermische Restriktionen.....	94
<b>5</b>	<b>Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.....</b>	<b>103</b>
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>109</b>
<b>7</b>	<b>Literatur.....</b>	<b>111</b>
<b>8</b>	<b>Betreute Studien- und Diplomarbeiten.....</b>	<b>123</b>

---

<b>9 Lebenslauf .....</b>	<b>125</b>
---------------------------	------------