

Inhalt

8.1 Experimentelle Analyse und Charakterisierung hybrider Leichtbaustrukturen . . . 579

8.1.1 Analyse und Beeinflussung von Eigenspannungszuständen 579

8.1.2 Eigenspannungen und Versagensarten 589

8.2 Adaptive, hochpräzise Simulationen von Hybridstrukturen 594

8.2.1 Homogenisierung kurzfaserverstärkter Materialien 595

8.2.2 Spritzgussimulation kurzfaserverstärkter Bauteile 596

8.2.3 Parametrisierte FEM Simulation 598

8.2.4 Modifizierung der adaptiven FEM 608

8.2.5 Konstitutive Gleichungen 614

8.3 Multikriterielle Optimierung und Simulation 621

8.3.1 Bivalente Optimierung kurzfaserverstärkter Bauteile. 622

8.3.2 Naturanaloge Optimierungsverfahren. 627

8.3.3 Hocheffiziente Berechnungsstrategien 634

8.4 Literatur. 641

Gemäß der Leitidee einer Bivalenten Ressourceneffizienz (BRE) verfolgt der MERGE-Cluster die Erschließung besonders hoher Einspar- und Innovationspotenziale. Bei effizienter Nutzung der zur Verfügung stehenden Ressourcen während des Fertigungsprozesses werden demnach Hybridprozesse und -bauteile erforscht, die sich bei mobilen Anwendungen auch während der Nutzungsphase durch hohe Energieeffizienz auszeichnen. Vor diesem Hintergrund widmet sich dieses Kapitel der konkreten Umsetzung dieser Zielstellung, indem es eine bivalente Optimierung des Herstellungsprozesses beim Spritzgießen und der resultierenden mechanischen Eigenschaften der gefertigten Bauteile anstrebt. Dabei interessieren die Wahl der Prozessparameter wie beispielsweise Einspritzpunkt, Einspritzdruck und Einspritzdauer, sodass in möglichst kurzer Zeit unter wenig Energieaufwand Bauteile mit hoher Festigkeit und geringem Gewicht gefertigt werden können. Als Demonstratoren dieser Optimierungskette dienen der sog. Chemnitzer Haken, eine Platte mit Einleger sowie ein Kettenglied.

Die beschriebene Aufgabenstellung bündelt komplexe fachübergreifende Problemstellungen und erfordert ein hohes Maß an interdisziplinärer Zusammenarbeit verschiedener Forschergruppen aus den Bereichen der Informatik, Mathematik und des Maschinenbaus. Aus diesem Grund wird eine enge Kooperation und Verknüpfung einzelner Forschungsarbeiten angestrebt. Die in diesem Kapitel vorgestellten Arbeitsbereiche gliedern sich in drei Themenfelder.

Kapitel 8.1 beschreibt die experimentelle Basis aller weiteren Forschungsarbeiten. Untersuchungen des Fertigungsprozesses – z. B. Füllstudien an der Platte mit Einleger und CT-Analysen zur Bestimmung der Faserorientierungsverteilung – und die Aufnahme werkstofftechnischer Kennlinien, die Messung von Eigenspannungen sowie die Ermittlung der Versagenskriterien eines endlosfaserverstärkten Kunststoffes bilden den Hauptgegenstand der Forschung.

Ergebnisse zur Simulationen des Fertigungsprozesses und der Strukturanalyse werden in Kap. 8.2 dargelegt. Mithilfe eines eigenen Programms können erweiterte konstitutive Gleichungen in die Strömungssimulation einfließen. Die Durchführung von FEM-Simulationen mit adaptiver Vernetzung unter Verwendung erweiterter kontinuumsmechanischer Beschreibungen thermomechanisch gekoppelten Materialverhaltens gewährleistet präzise Ergebnisse bei der Struktursimulation. Einen eigenständigen Bestandteil dieses Abschnitts bildet die Homogenisierung mithilfe repräsentativer Volumenelemente (RVE) zur Ermittlung effektiver Materialeigenschaften.

Die eigentliche Optimierung mit ihren einhergehenden rechentechnischen Herausforderungen stellt Kap. 8.3 vor. Gegenstand der Forschungsarbeiten sind hier die Erstellung eines eigenen Optimierungstools sowie die Anwendung ableitungsfreier Optimierungsalgorithmen. Um das Zusammenspiel der zahlreichen verschiedenen Simulationsanwendungen auf verschiedenen Rechenressourcen zu gewährleisten, werden eine Kommunikationsbibliothek eingeführt und Konzepte zur effizienten Verteilung von Rechenaufgaben entwickelt.