

- 1 Grenzflächenmodellierung eines hybriden Verbundsystems.
- 2 Gießsimulation: Prognose der eingeschlossenen Luftmenge als Fehlerindikator im Druckguss.

NUMERISCHE SIMULATION – ABBILDUNG KOMPLEXER SYSTEME UND PROZESSE

**Fraunhofer-Institut für
Fertigungstechnik und
Angewandte Materialforschung IFAM**
– Formgebung und Funktionswerkstoffe –
Wiener Straße 12
28359 Bremen

Institutsleiter
Prof. Dr.-Ing. habil. Matthias Busse

Kontakt

Gießereitechnologie und Leichtbau

Alireza Ebrahimi, M. Sc.
Telefon +49 421 2246-7152
casting@ifam.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Dirk Lehmus
Telefon +49 421 2246-7215
casting@ifam.fraunhofer.de

www.ifam.fraunhofer.de
© Fraunhofer IFAM

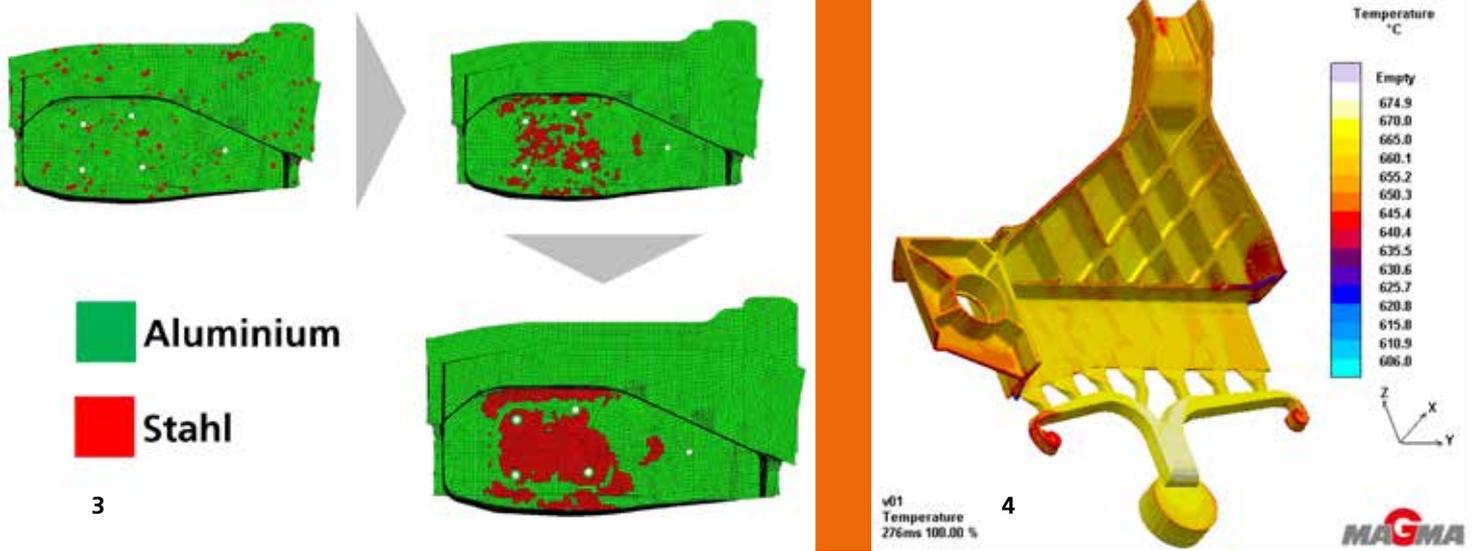
Innovative Ansätze in der Gießereitechnologie wie der Verbundguss oder die Herstellung von Hybridstrukturen und -materialien in einem Guss steigern Funktionalität, Effizienz und Leichtbaugüte neuer Produkte. Diese Potenziale erfordern von Beginn an die gemeinsame Betrachtung der Aspekte Material, Prozess und Eigenschaften.

Die Abteilung Gießereitechnologie und Leichtbau bietet Kunden eine breit gefächerte Unterstützung in der Bauteil- und Prozesssimulation und -optimierung. Die Palette der verfügbaren und teils im Haus entwickelten Werkzeuge deckt Produkt- und Prozessentwicklung ab und unterstützt die Analyse neuartiger Materialien und Strukturen. Frühzeitig in der Produktentwicklung eingesetzt, senken belastbare Simulationen die hohen Kosten experimenteller Untersuchungen. Der Simulationsbereich berücksichtigt dies, indem er über reine Bauteilsimulation hinaus Verknüpfungen zwischen Prozessparametern und Bauteileigenschaften etabliert

und in ganzheitliche Bewertungen des Produktes überführt. Kompetenzen liegen in der Gießsimulation, der belastungsgerechte Auslegung von Multimaterial-Strukturen und der Ableitung von Defekteinflüssen auf das Bauteilverhalten, letzteres auch über stochastische Ansätze. Von Bedeutung für Verbundguss- und Hybridbauteile ist die Analyse von Eigenspannungen und Interface-Eigenschaften. Alle Ansätze werden zunehmend in Industrie 4.0-Konzepte integriert.

Bauteilauslegung und -berechnung

Die Abteilung setzt gängige Software zur FEM-Simulation und -optimierung von Bauteilen ein (Abaqus). Speziell in Hinblick auf Multimaterial- und Hybridstrukturen kommen Werkzeuge hinzu, die eine optimale Verteilung der Materialien in derartigen Strukturen ermitteln. Die Mehrphasen-Topologieoptimierung (MPTO) erzielt so



über wiederholte Vertauschung von Materialelementen und iterative FEM-Berechnung eine steifigkeitsoptimierte Konfiguration

Prozesssimulation

Simulation von Formfüllung und -erstarung ist aus der Auslegung von Gießwerkzeugen und Gussteilen nicht mehr wegzudenken. Die Abteilung setzt kommerzielle Programmpakete ein, um Werkzeuge und Prozessführung zu bewerten und zu optimieren (u. a. MAGMA, ProCast). Mögliche Gussfehler können so frühzeitig erkannt und in Ausprägung und Lage beeinflusst werden. Die gewonnenen Daten fließen in die Bewertung des Bauteilverhaltens mittels FEM-Analyse ein. So entwickelt die Abteilung stochastische Ansätze zur Beschreibung der Einflüsse von Gussfehlern («Effects of Defects») und verknüpft diese mit der Gießsimulation. Thermophysikalische Daten von Guss- und Formwerkstoffen können experimentell oder über thermodynamische Modellierung ermittelt werden (u. a. ThermoCalc, JMatPro).

Materialentwicklung und -charakterisierung

Verbundwerkstoffe und hybride Werkstoffsysteme werfen neue Fragestellungen in Werkstoffcharakterisierung und -simulation auf. So sind Kenntnisse über Grenzflächeneigenschaften essenziell für ein Verständnis des Werkstoffverhaltens von Materialverbunden. Auf makroskopischer Ebene nutzt

die Abteilung angepasste Testverfahren mit begleitender Simulation, um Grenzflächenmodelle für ausgewählte Materialkombinationen zu parametrisieren. Auf mikroskopischer Ebene wird an der Modellierung innovativer Materialien (z. B. syntaktische Schäume) über repräsentative Volumenelemente (RVE) gearbeitet.

Industrie 4.0: Der digitale Zwilling

Die Verknüpfung von Prozessmerkmalen und Bauteileigenschaften endet nicht mit der Bauteil- und Prozessauslegung. Industrie 4.0-Ansätze verschieben den Fokus von der Serie zum einzelnen Bauteil: Erfasste Fertigungsparameter fließen in eine prozessbegleitende, bauteilindividuelle Simulation ein – dieser digitale Zwilling («digital twin») ermöglicht eine genauere Beurteilung des einzelnen Produkts. Er erlaubt u. a. die gezielte Anpassung nachgelagerter Schritte der Fertigungskette, etwa zur Verzugsanalyse und -kompensation.

CAD-Konstruktion

Simulations- und Berechnungsansätze erfordern ein digitales Abbild der Bauteilgeometrie. Wir unterstützen unsere Kunden daher auch in der CAD-Konstruktion (u. a. CATIA, Autodesk Inventor, Creo). Ein 3D-Messsystem (GOM ATOS II) ermöglicht auch die Rekonstruktion von Bauteilgeometrien im Sinne eines Reverse Engineering-Ansatzes.

- 3 *Optimierte Verteilung der Werkstoffe in Multimaterial-Bauteilen und -strukturen über Mehrphasen-Topologieoptimierung (MPTO), Vergleich mehrerer Iterationsschritte.*
- 4 *Gießsimulation: Temperaturverteilung im Gussteil nach der Füllung.*