

Integrative Werkstoffsimulation im Kontext der Massivumformung

AUTOREN



**Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Math.
Ulrich Prahl**

ist Gruppenleiter „Integrative Werkstoffsimulation“ am Institut für Eisenhüttenkunde (IEHK) der RWTH Aachen und ab Oktober 2017 Professor für Umformtechnik an der TU Bergakademie Freiberg



**Prof. Dr.-Ing.
Prof. E.h. mult.
Rudolf Kawalla**

ist Direktor des Instituts für Metallformung (imf) der TU Bergakademie Freiberg

Die Massivumformung metallischer Bauteile ist in mehrstufige Prozessketten eingebunden, die mit dem Abguss von Brammen beginnen, mehrere kombinierte Umform- und Wärmebehandlungsschritte beinhalten und mit Finishing-Operationen enden. Entlang der Produktionskette ändern sich für den Werkstoff sowohl Eigenschaften als auch Anforderungen maßgeblich. Insbesondere zur Fertigung komplexer Bauteile mit lokal optimierten Eigenschaftsverteilungen zielen aktuelle Entwicklungen auf eine ganzheitliche Betrachtung der gesamten Prozesskette ab. Neben der Prozesskettenverkürzung geht es um einen reduzierten Werkstoffverbrauch und die Einstellung maßgeschneiderter Eigenschaften.

In der Massivumformung spielt somit der Werkstoff eine zentrale Rolle. Neben der geometrischen Formgebung ist er der Garant für ein anspruchsvolles Anforderungsprofil und eine kosteneffiziente Produzierbarkeit. Ein hochwertiger Werkstoff ist eine wertvolle Ressource und soll ohne Verlust eingesetzt werden, was robuste und optimierte Prozesse erfordert.

Die Digitalisierung der Produktion (Stichwort Industrie 4.0) gilt als zentraler Schlüssel zum Sicherstellen der Wettbewerbsfähigkeit. Im Kontext der digitalen Produktion ist die numerische Simulation als Werkzeug zum Prozess- und Werkzeugdesign über die gesamte Prozesskette in der Fertigung nicht mehr wegzudenken. Die FEM (Finite-Elemente-Methode) ist die übliche Methodik der Wahl und hat sich im industriellen Umfeld bei großen und auch in klein- und mittelständisch geprägten Betrieben fest etabliert.

Eine besondere Herausforderung bei der Anwendung der FEM sind immer die Werkstoffkennwerte, die prozessangepasst und

ausreichend exakt das Werkstoffverhalten beschreiben sollen. Traditionell werden Fließkurven genutzt, die in Abhängigkeit von Temperatur und Dehnrate als Input für die Simulation zur Verfügung gestellt werden. Zudem werden Kennwerte benötigt, die die Gefügeentwicklung entlang der Prozesskette mit verschiedenen Umformverfahren beschreiben. Neue Schmiedewerkstoffe wie zum Beispiel Stähle mit TRIP-Effekt oder bainitischen Phasenanteilen zeigen komplexe Abhängigkeiten des Gefüges von Herstellungsparametern und damit der Eigenschaften von der Prozessführung, die erst durch eine Beschreibung der Gefügeentwicklung nachvollziehbar und steuerbar sind.

Die integrative Werkstoffmodellierung zielt auf die Beschreibung der Entwicklung des Gefüges in allen für eine bestimmte Anwendung relevanten Längenskalen. Durch die gezielte Beschreibung vom Prozess über das Gefüge zur Eigenschaft können mehrstufige Prozessketten mit engen Toleranzen entwickelt und werkstoffabhängig optimiert werden. Gerade die aktuellen Entwicklungen im Bereich Industrie 4.0 eröffnen hier neue Anwendungen und Potenziale zur Steigerung der Innovationsfähigkeit.

Aber auch die integrative Werkstoffmodellierung benötigt physikalisch-chemische Eingabedaten. Die Zielvision muss es sein, dass diese Kennwerte aus den Daten abgeleitet werden können, die im Kontext der Industrie 4.0-Implementierung produktionsseitig abfallen. Diesen Datenschatz so aufzubereiten, dass er gleichzeitig eine effiziente Produktion ermöglicht und auch für die Weiterentwicklung neuer Werkstoff- und Prozesslösungen genutzt werden kann, ist eine Aufgabe, die sich vor allem durch eine enge Kooperation zwischen Industrie und Hochschulen lösen lässt.