

Software ermöglicht Werkstoffsimulation im Stahlwerk

Prozesssicherheit durch konsistente Werkstoffdaten

Eine Optimierung von Produkten und ihrer Produktionsprozesse basiert auf der exakten Kenntnis der Werkstoffeigenschaften. Jedoch ist eine Ermittlung der Werkstoffdaten von Stahl und seinen Legierungen mit den klassischen Prüfmethoden sehr aufwendig und zeitraubend. Wie diese Lücke mithilfe einer Werkstoffsimulationssoftware geschlossen werden kann, zeigt der Einsatz im Stahlwerk der Georgsmarienhütte GmbH.

Udo Mathee

Die Georgsmarienhütte GmbH produziert in ihrem Werk im Süden von Osnabrück im Elektrolichtbogenverfahren Stähle für die Massivumformung, Bild 1. Die Hauptabnehmer sind die Automobilindustrie

und deren Zulieferer, die z. B. aus dem jeweils kundenspezifisch vorgewalzten Stabstahl die entsprechenden Bauteile für den Antriebsstrang wie z. B. Pleuelwellen oder Pleuelstangen fertigen.

Optimierung kundenspezifischer Lösungen

„Als Premiumhersteller von Edelbaustählen sind wir natürlich stets an der Verkürzung unserer Entwicklungszyklen und der Verbesserung unserer maßgeschnei-



1

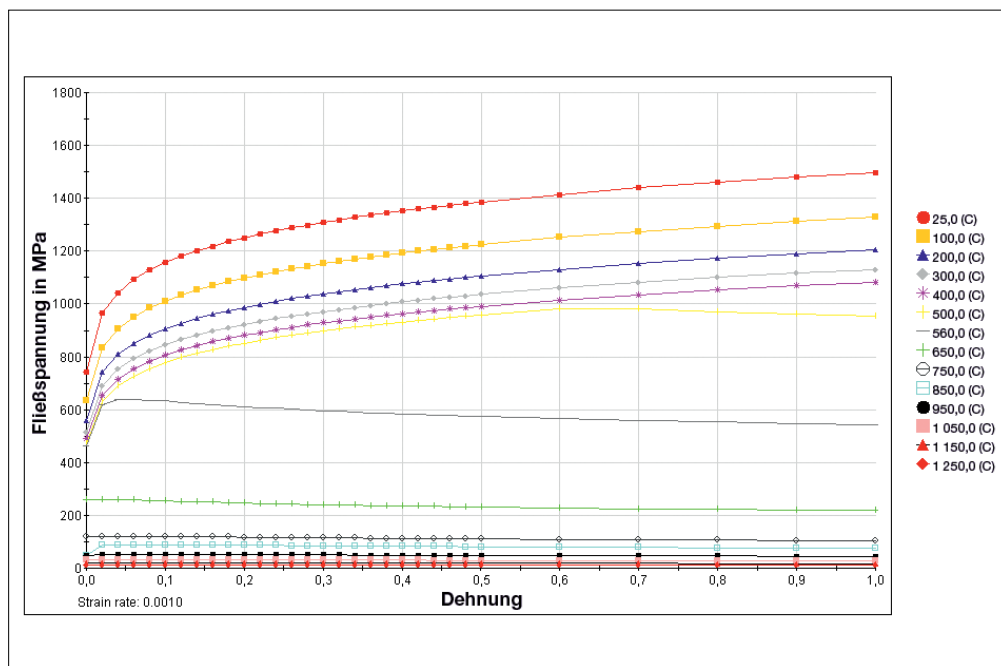
Der Elektrolichtbogenofen bei der Georgsmarienhütte GmbH: Abgaswärmerückgewinnung, modernste Umweltschutztechnik und ein 100%iger Schrotteinsatz schonen nachhaltig die Ressourcen und optimieren den Wertstoffkreislauf

Foto: GMH

dernten Lösungen interessiert, um so unseren Kunden weitere Wettbewerbsvorteile zu schaffen“, erklärt Dr. Tim Rekersdrees, Mitarbeiter der Werkstoffentwicklung der Georgsmarienhütte GmbH.

Für diese Optimierung bieten sich aus werkstofftechnischer Sicht zwei Einflussmöglichkeiten. „Die erste, die interne, ist die Optimierung unserer eigenen Fertigungsprozesse, wie sie von der Stahlherstellung über die Weiterverarbeitung bis zum fertigen Stabstahl durchlaufen werden. Die andere hat vor allem die Werkstoffeigenschaften im Blick, sowohl im verkaufsfertigen Stabstahl als auch im späteren Schmiebauteil. Diese externe Sicht beginnt bei der chemischen Zusammensetzung des Stahls, geht über zu den sich für den Kunden eröffnenden Verarbeitungsmöglichkeiten bis hin zum fertigen Produkt.“ Die Georgsmarienhütte GmbH wird dadurch zur Know-how-Partnerin für die Entwicklungsabteilungen ihrer Kunden.

Diese Untersuchung der Prozesse und der Werkstoffeigenschaften verläuft natürlich nicht unabhängig von einander. Außerdem gelingt eine Entscheidung für die optimale Lösung auch nur, wenn zuvor die unterschiedlichen Legierungskonzepte, Wärmebehandlungsstrategien, kinetischen Einflussgrößen und Abkühlenszenarien miteinander kombiniert und durchgespielt werden können. Wie temperaturstabil sind die Ausscheidungen zur Gewährleistung der Feinkornstabilität beim Einsatzhärten, wann wandelt der Austenit um und wie groß ist eigentlich das Zeit- bzw. Temperaturfenster, das für einen bestimmten Arbeitsschritt zur Verfügung steht? Eine schnelle Antwort auf solche Fragen ist mit auf Erfahrungswerten beruhenden Methoden der Werkstoffentwicklung nicht möglich. In Georgsmarienhütte arbeitet man deshalb in der Werkstoff- und Prozessentwick-



2 Mit JMatPro ermittelte konsistente Fließkurven werden für die Finite-Elemente-Simulation von Umformprozessen eingesetzt

lung unter anderem mit der Werkstoffsimulationssoftware JMatPro (Java-based Materials Properties). „Bei Fragestellungen zur Abstimmung und Optimierung unserer Prozesse können wir unseren Kollegen aus den Betrieben heute kurzfristige Antworten anbieten, z. B. mit ZTU-Schaubildern spezieller Stahlsorten, wenn es um das Umwandlungsverhalten geht oder mit thermophysikalischen Daten für eine realitätsnahe Abschätzung bei Machbarkeitsstudien“, berichtet Dr. Rekersdrees.

Unterstützung bei der Werkstoffsuche

Ein anderes Anwendungsbeispiel betraf eine Fragestellung, die aus dem Markt heraus an die Georgsmarienhütte GmbH herangetragen wurde. Es wurde ein innovativer Stahlwerkstoff gesucht, der ohne umfangreiche Wärmebehandlungsschritte höchste Festigkeiten mit duktilem Werkstoffverhalten in sich vereint. Aus werkstoffkundlicher Sicht ist ein bainitisches Gefüge für solche Anforderungen sehr gut geeignet.

Die Fragestellung betraf jedoch größere Walz- bzw. Wärmebehandlungsdurchmesser, sodass die diffusionsgesteuerten Phasenumwandlungen der Ferrit- und Perlitbildung legierungstechnisch verzögert werden mussten. Zur Wahrung einer wirtschaftlichen Lösung wurden unterschiedliche kontinuierliche und komplexe Abkühlungsprofile in JMatPro bei der Werkstoffkonzeption berücksichtigt. Das Ergebnis war ein Lösungsvorschlag, dem ein maßgeschneidertes Werkstoffkonzept zugrunde lag, dessen Legierungsgehalt – und damit auch ein Kostenfaktor – genau auf die Aufgabenstellung abgestimmt war.

Solche und ähnliche Herausforderungen werden von JMatPro gemeistert, weil es auf dem international anerkannten Standardwerk „CalPhad – Calculation of phase diagrams“ basiert und so über weite Zusammensetzungsbereiche konsistente Berechnungsergebnisse liefert, die mit sonst üblichen Regressionsmodellen nicht erreicht werden können. „Und mit der Kombination aus

solider und anwendungsfreundlicher Thermodynamik und der Berechnung von Werkstoffeigenschaften ist die Software weltweit einzigartig“, erläutert Dr. Uwe Diekmann, Geschäftsführer der Metatech GmbH in Kamen. Metatech ist exklusiver Vertriebs- und Implementierungspartner für das System in Deutschland, Österreich und in der Schweiz.

JMatPro berechnet für technische Legierungssysteme, z. B. für Stähle, Nickel-, Aluminium- und Titanlegierungen, die Phasengleichgewichte und thermophysikalischen Daten, wie etwa Wärmekapazitäten und thermische Ausdehnungen. Darüber hinaus können die Festigkeiten und Fließkurven, Bild 2, in Abhängigkeit von der Temperatur sowie von Phasenumwandlungen, z. B. für Zeit-Temperatur-Umwandlungs (ZTU)-Schaubilder, ermittelt werden. Für Stähle sind in der Version 6 Zeit-Temperatur-Austenitisierungs (ZTA)-Schaubilder hinzugekommen. Außerdem wurden die CAE-

Schnittstellen zu Deform, Simufact, Forge, Magmasoft, Thercast und Ansys erweitert.

Die Erzeugung und Definition der Werkstoffeigenschaften beginnt meistens schon mit der Flüssigphase. So ist es für die Optimierung der Stranggussqualität und -produktivität zum Beispiel erforderlich, alle relevanten Temperaturen für den Phasenübergang flüssig/fest sowie eine Reihe weiterer Parameter, wie Enthalpien und Viskositäten, schon im Vorfeld zu kennen. Diese von JMatPro berechneten Daten bilden dann die Grundlage für eine Weiterverarbeitung z. B. mit dem FEM-Werkzeug Magmacont der Firma Magmasoft in Aachen. Damit kann insbesondere für neue Werkstoffe bereits vom ersten Guss an mit erhöhter Prozesssicherheit gearbeitet werden.

Vorhersage von Verzug oder Härterissen

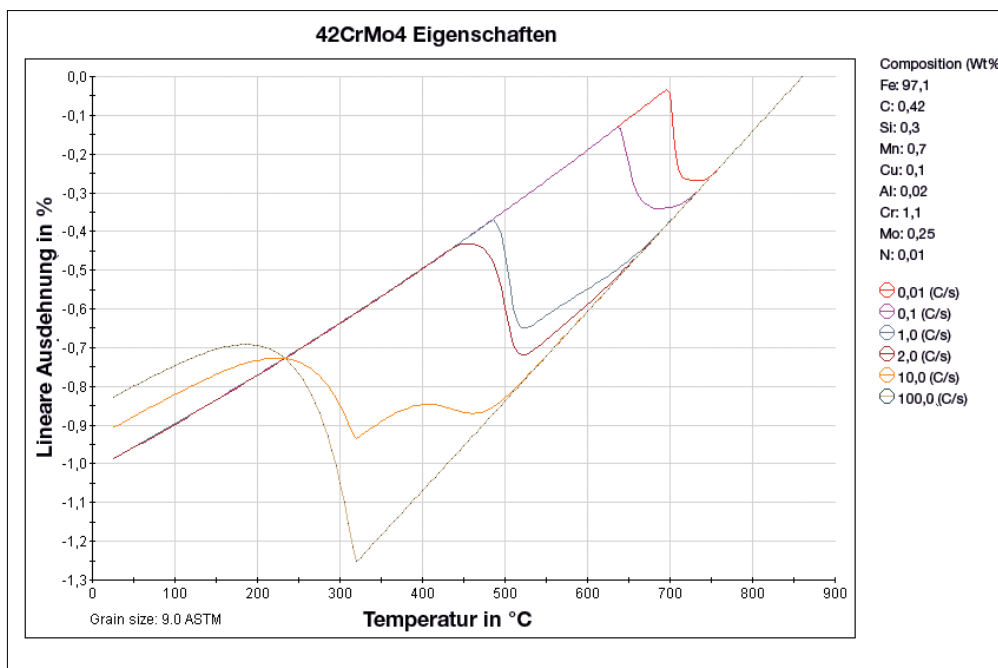
Konsistente Werkstoffdaten-sätze des Werkstoffs Stahl werden, wie schon im Anwenderbeispiel

erwähnt, auch für die Wärmebehandlung benötigt. So werden für Vergütungsprozesse heute zunehmend spezialisierte FEM-Pakete wie z. B. Deform-HT eingesetzt, um im Voraus bereits mögliche Risiken durch Verzüge oder Härterisse zu vermeiden. Derartige Berechnungsmodule erfordern neben temperaturabhängigen thermophysikalischen Eigenschaften auch die Phasenumwandlungen in Abhängigkeit von der chemischen Zusammensetzung, der Temperatur und der Abkühlrate, Bild 3. Die weiterentwickelten CAE-Schnittstellen von JMatPro liefern darüber hinaus auch die Fließkurven. Diese bilden wiederum die Grundlage für die exakte Vorhersage von Verzug, der somit durch geeignetes Vorhalten der Eingangsgeometrie kompensiert werden kann. „Die ohnehin hervorragende Wirtschaftlichkeit moderner Stahlwerkstoffe kann durch derart optimierte Verarbeitungsprozesse weitergesteigert werden – und dies bei gleichzeitig hervorragender Ökobilanz“, ergänzt Uwe Diekmann.

Alles dies weiß die Georgsmarienhütte GmbH auch in der bisher noch relativ kurzen Anwendungszeit für sich zu nutzen. „Wir arbeiten bereits seit Dezember mit der neuen Version 6 von JMatPro und sind insbesondere mit den erweiterten Möglichkeiten für die Berechnung von Stahleigenschaften in Abhängigkeit des Prozessweges sehr zufrieden“, bestätigt Dr. Tim Rekersdrees. Deshalb wird in Georgsmarienhütte unter anderem geplant, die Werkstoffentwicklung und -simulation entlang der Prozesskette der Stahlherstellung und Stahlweiterverarbeitung weiter zu etablieren, um somit schnelle, maßgeschneiderte Lösungen für neue Anforderungen anbieten zu können.

mail@mathee.de

Udo Mathee, Fach- und Wissenschaftsjournalist, Coesfeld.



3 JMatPro berechnet thermophysikalische Eigenschaften als Funktion von Zusammensetzung, Temperatur und Abkühlrate, z. B. die thermische Ausdehnung