

Die Simulation moderner Fertigungsverfahren benötigt exakte Werkstoffdaten.

Bild: ©bab0980 / Fotolia.com

Werkstoffdaten-Simulation

Stabilität im Fertigungsprozess

Produktentwicklungen werden zunehmend virtuell durchgeführt. Dazu braucht man konsistente Werkstoffdaten. Jedoch sind die Materialbezeichnungen und die verknüpften 'Materialkarten' für weiterführende CAE-Untersuchungen oft völlig unzureichend. Eine Lösung bietet die praxisorientierten Werkstoffsimulation dieser Daten.

Genormte Werkstoffe lassen häufig sehr große Analysenspannen zu. Dadurch geben sie dem Hersteller die Freiheit, zum Beispiel einen Stahl mit unterschiedlichen Zielsetzungen zu produzieren, indem beispielsweise die teuersten Elemente auf das zulässige Minimum reduziert werden. Vorgegebene Werte, etwa für die Festigkeit, werden

dabei zwar eingehalten, die unterschiedlichen chemischen Zusammensetzungen führen aber oft zu Streuungen bei anderen physikalischen und temperaturabhängigen Werkstoffdaten. Dies kann einen großen Einfluss auf die Fertigungssicherheit und Produkteigenschaften haben. „Wer diese Zusammenhänge nicht kennt oder ignoriert, kann zum Beispiel bei der

Simulation eines Schweißprozesses mit einer Materialkarte für einen S235 böse Überraschungen erleben. Vor allem wenn sich zusätzlich herausstellt, dass das schon vorhandene Material aus unterschiedlichen Chargen stammt“, berichtet der Werkstoffexperte Uwe Diekmann, Geschäftsführer des Softwareanbieter Mat-plus GmbH in Kamen. Das Unternehmen

ist im deutschsprachigen Raum ein Anbieter führender Lösungen auf den Gebieten Werkstoffsimulation, Werkstoffdatenmanagement und Wissensmanagement.

Komplexität wird unterschätzt

Denn allgemein wird die Komplexität von Werkstoffdaten unterschätzt: Während im Bereich PLM Geschäftsprozesse und Datenstrukturen für das Konfigurationsmanagement von Produkten mit Schwerpunkt auf Geometriedaten vorhanden sind, bestehen Werkstoffdaten bisher oft nur aus einem Katalog mit Bezeichnungen und wenigen belastbaren Daten, die zudem oft keiner Versionskontrolle unterliegen. Daher ist es wenig verwunderlich, wenn Materialkarten aus unterschiedlichen Quellen widersprüchliche Ergebnisse erzielen. Für viele Prozessketten werden jedoch exakte Eingangsparameter zum Beispiel zur temperaturabhängigen Wärmeleitfähigkeit, E-Modul oder Ausdehnungskoeffizienten benötigt, um Produkt- und

Prozessoptimierungen mit FEM-Methoden durchzuführen. Diese Daten hängen vom Gefüge des Werkstoffs ab, welches sich als Funktion der chemischen Zusammensetzung und der Prozessfolge ergibt. Normdaten und Zeugnisdaten allein reichen hier bei weitem nicht aus.

Zwei Lösungsansätze

Als Abhilfe aus diesem Dilemma gibt es zwei pragmatische und sich ergänzende Lösungsansätze:

- Aufbau von spezifischen Werkstoffdatensystemen im Intranet, die analog zu PLM die relevanten Werkstoffdaten den Anwendern versionskontrolliert zur Verfügung stellen: Die richtige, freigegebene Materialkarte in der richtigen Version zur richtigen Zeit beim Anwender
- Erstellung konsistenter Werkstoffdaten beziehungsweise analysengenaue Materialkarten durch eine praxisorientierte Simulation, da eine experimentelle Ermittlung sehr zeit- und kostenintensiv ist

Für den Aufbau eines leistungsfähigen und standortübergreifenden Wissensmanagements auf dem Gebiet der Werkstoffdaten ist die Stahldat SX auf Basis der Standardsoftware Granta-MI eine gute Ausgangsbasis – Erweiterungen mit eigenen Daten können dann leicht vorgenommen werden, da bereits alle wesentlichen Strukturen von parametrischen Fließkurven bis hin zu Volltextdokumenten vorhanden sind. Die andere Möglichkeit besteht in der erwähnten Simulation der Daten, so zum Beispiel mit JMatPro (Java-based Materials Properties). Diese Software, mittlerweile als ein Industriestandard bekannt, berechnet alle benötigten Werkstoffeigenschaften, sowohl für Stähle wie für Aluminium-, Kupfer-, Nickel- und Titan-Legierungen. Die ebenfalls ermittelten ZTU- und ZTA-Diagramme sowie die Daten über das resultierende Anlassverhalten ermöglichen wiederum die Beschreibung der Gefügeentwicklung über den Herstellprozess bis hin zu Fließkurven für die Umformsimulation.

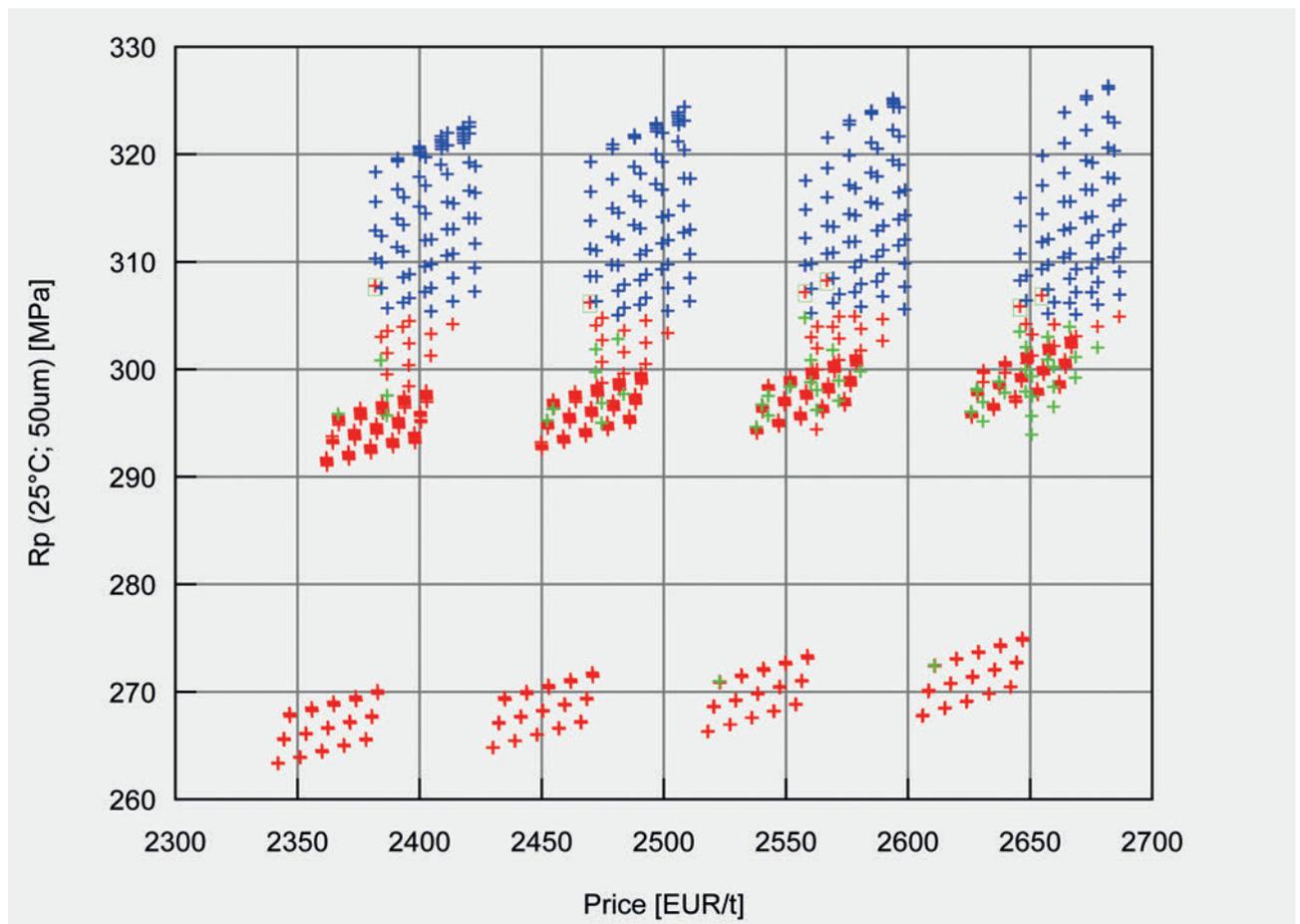


Bild: Matplus

Vielfalt beherrschen: Mehr als 1.000 Varianten einer Werkstoffbezeichnung im Vergleich

Automatisierte Schnittstellen

Über automatisierte Schnittstellen werden diese Daten dann an alle gängigen FEM-Systeme wie Ansys, Magmasoft, Simufact, Deform et cetera weitergereicht. Grundlage dieser Simulation ist die wissenschaftlich etablierte CalPhaD-Methode (Calculation of Phase Diagrams) mit zugehöriger thermodynamischer Datenbank. Mit dieser Methode werden die sogenannten Phasengleichgewichte mit den sich bildenden Gefügebestandteilen und letztlich die Werkstoffeigenschaften ermittelt. Auf dieser Basis berechnet JMat-Pro dann nach Eingabe der exakten chemischen Zusammensetzung aus einem vorliegenden Materialzeugnis einer Charge quasi auf Knopfdruck eine spezifische 'Materialkarte' mit konsistenten thermophysikalischen Daten. Deshalb wird die Software heute in ganz unterschiedlichen Branchen wie Stahl, Anlagenbau, Automobil, Leichtbau, Gießerei, Umformtechnik, Wärmebehandlung und Forschung

eingesetzt. „Mit der Möglichkeit solcher Simulationen kann sich auch ein umfassenderes Werkstoffverständnis entwickeln – vor allem für die alltägliche Praxis“, weiß Uwe Diekmann aus Erfahrung zu berichten. Damit ließen sich wiederum die technischen Lieferbedingungen präziser definieren, „wobei die zulässigen Normwertebereiche eingeschränkt und auch bestimmte Gefügestrukturen vom Produzenten gefordert werden können.“

Große Variationsvielfalt

Die eingangs beschriebenen Analysespannen der Legierungselemente ermöglichen andererseits eine große Variationsvielfalt. So kann eine systematisch durchgeführte Veränderung der einzelnen Legierungsanteile zu einer so großen Zahl an Lösungsmöglichkeiten führen, dass deren Optima nicht mehr manuell identifiziert werden können. Die webbasierte Software EDA JM bietet deshalb als Ergänzung zu JMat-Pro die Möglichkeit, das ganze Spektrum

der vorangegangenen Analysen systematisch zu untersuchen und selbst in Abhängigkeit sehr komplexer Zielkriterien aus Tausenden von Materialvarianten die Optima für Produkte und Prozesse herauszufiltern. Diese können dann zu Sets zusammengefasst werden. Durch eine Verknüpfung mit weiteren Selektionskriterien lässt sich schließlich die optimale Werkstoffzusammensetzung bestimmen. Für den Anwender liegt der praktische Mehrwert einer Werkstoffdatensimulation somit auf der Hand: Trotz der erlaubten Schwankungen der Legierungselemente können die geforderten Produkteigenschaften erzielt erreicht werden. Außerdem sorgt die Simulation der Werkstoffdaten sowohl für die Stabilität wie für die Optimierung der Fertigungsprozesse. ■

Der Autor Udo Mathee
ist Fachjournalist.

www.matplus.de