

## Mikrostrukturentwicklung beim Umformen von Magnesiumlegierungen

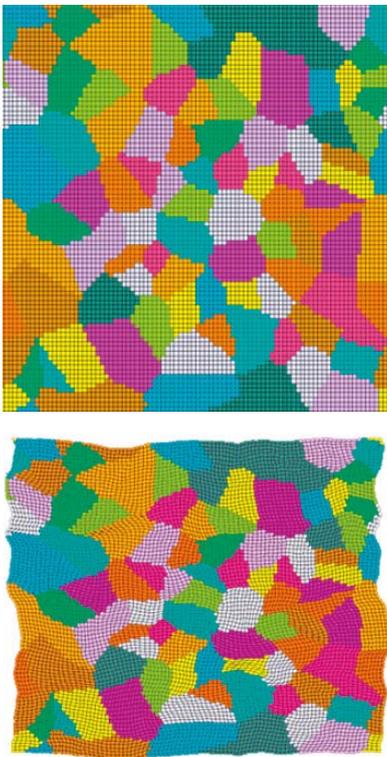


Abb. 1  
Mikrostrukturentwicklung.  
Oben: vor dem Walzen,  
Unten: nach dem Walzen.

### Aufgabenstellung

Magnesiumlegierungen besitzen aufgrund ihrer Dichte und den guten Festigkeitseigenschaften ein großes Potenzial für Gewichtseinsparungen im Leichtbau. Allerdings werden Halbzuge und Bauteile im Allgemeinen mit Warmumformverfahren hergestellt, da Magnesiumlegierungen ab ca. 200 °C deutlich besser umformbar sind. Wesentlich umweltverträglicher und wirtschaftlicher wäre der Einsatz von Kaltumformverfahren.

Im Rahmen des DFG Schwerpunktprogramms InnoMagTec werden an der TU Bergakademie Freiberg fortschrittliche Gießverfahren entwickelt und untersucht, die eine optimierte Textur bewirken, so dass die Herstellung von Magnesiumblechen durch Kaltwalzen möglich ist. Forscher des Fraunhofer IWM entwickeln parallel dazu Modelle zur verbesserten Beschreibung der Verformungs- und Rekristallisationstextur-entwicklung.

### Vorgehensweise

Die bekannten Modelle zur Beschreibung der Textur-entwicklung, wie z.B. das selbstkonsistente Texturmodell (VPSC), stoßen im Fall von Magnesiumlegierungen an ihre Grenzen (vgl. Abbildung 2), da die Wechselwirkung zwischen den Körnern und die Kornform nur sehr eingeschränkt berücksichtigt wird.

Am Fraunhofer IWM wird ein weiterer Weg beschritten: Auf der Basis eines Modells zur Darstellung der Kristallplastizität wird das Verhalten von Magnesiumeinkristallen beschrieben. In diesem Kristallplastizitätsmodell werden die Gleitsysteme und die Zwillingsbildung berücksichtigt. Mit Hilfe der Methode der finiten Elemente wird für einen begrenzten Volumenbereich die polykristalline Mikrostruktur simuliert. Dabei besitzt jedes Korn eine andere Form und Orientierung (vgl. Abbildung

1). Durch diesen Modellierungsansatz (CPFEM) kann die Interaktion zwischen den Körnern wesentlich realitätsnäher beschrieben werden.

### Ergebnisse

Abbildung 1 zeigt die seitliche Ansicht einer dreidimensionalen Mikrostruktur. Die unterschiedlichen Orientierungen der Körner werden durch die Farben repräsentiert. In der Simulation wird diese Ausgangsstruktur in Analogie zu einem Walzprozess belastet. Die Ergebnisse sind im unteren Teil der Abbildung 1 dargestellt. Deutlich sichtbar sind die signifikanten Orientierungsänderungen. Abbildung 2 zeigt einen Vergleich zwischen der Simulation und experimentellen Ergebnissen. Deutlich zu erkennen ist, dass der verbesserte Modellierungsansatz (CPFEM) die Textur-entwicklung wesentlich besser vorhersagen kann als das selbstkonsistente Texturmodell (VPSC).

Auch wenn mit dieser sehr detaillierten Modellierung nicht der Umformprozess eines Bauteils berechnet werden kann, so tragen die erzielten Ergebnisse zu einem verbesserten Verständnis der Mikrostrukturentwicklung in Magnesiumlegierungen bei.

### Formgebungs- und Umformprozesse

Umformwerkzeuge und -prozesse können mit Hilfe der numerischen Simulation wesentlich schneller und kostengünstiger ausgelegt werden als durch Versuch und Irrtum. Dafür werden Modelle zur Beschreibung des Werkstoffverhaltens entwickelt und auf industrielle Prozesse angewandt.

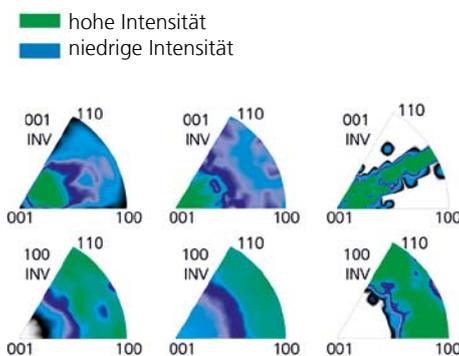


Abb. 2  
Darstellung der Textur-entwicklung beim Walzen: Vergleich zwischen Experiment (TU Freiberg), verbessertem Modellierungsansatz (CPFEM) und selbstkonsistentem Texturmodell (VPSC).