



FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR WERKSTOFFMECHANIK IWM  
WÖHLERSTRASSE 11 | 79108 FREIBURG

Dr. Matthias Weber | Telefon +49 761 5142-272 | matthias.weber@iwm.fraunhofer.de

Dr. Dirk Helm | Telefon +49 761 5142-158 | dirk.helm@iwm.fraunhofer.de

www.iwm.fraunhofer.de/umformprozesse

## GEWALZTE CU-WERKSTOFFE: CHARAKTERISIERUNG UND SIMULATION ZEITABHÄNGIGER EIGENSCHAFTEN

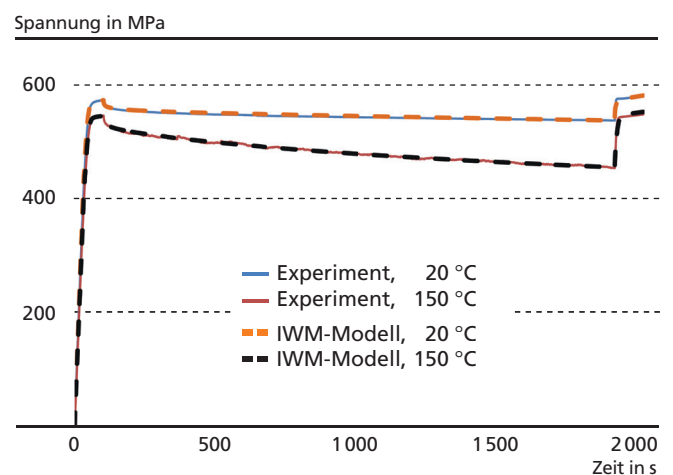
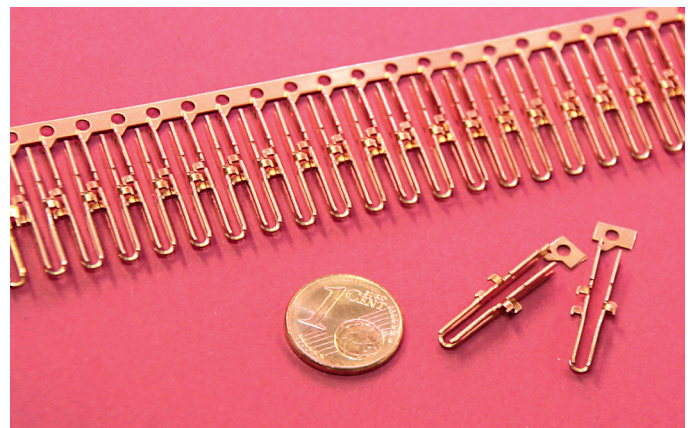
Kupfer nimmt bei der technologischen Entwicklung aufgrund seiner herausragenden Wärme- und elektrischen Leitfähigkeit eine Schlüsselrolle ein. Darüber hinaus zeigt Kupfer ein ausgeprägtes Relaxationsverhalten, das zum frühzeitigen Ausfall von Bauteilen infolge der thermischen und mechanischen Belastung führen kann, aber bei der statischen Bauteilauslegung bisher nur überschlägig berücksichtigt wird. Um die durch Umformung hergestellten Cu-Komponenten mittels numerischer Simulation zuverlässiger auszulegen, muss die Spannungsrelaxation bei der Bauteildimensionierung in den Simulationsmodellen mit berücksichtigt werden.

### Messung und Modellierung des Cu-Relaxationsverhaltens

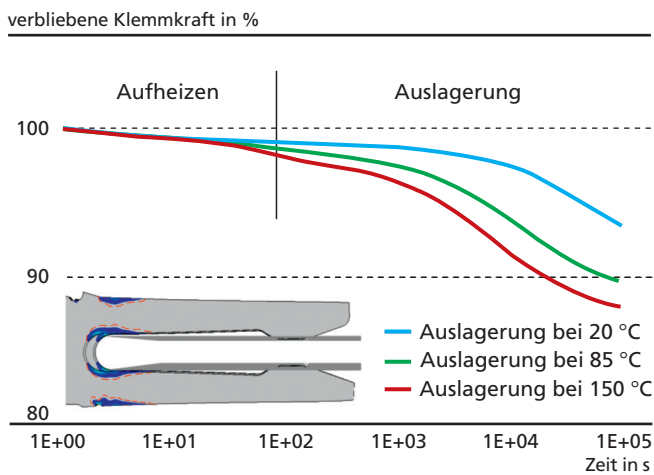
Für die Modellierung und Simulation des Relaxationsverhaltens ist die Messung der mechanischen Werkstoffeigenschaften die zentrale Voraussetzung. Anhand von experimentellen Daten können die mechanischen Werkstoffeigenschaften charakterisiert und auch quantifiziert werden. Im Anschluss werden die Modellparameter eines am Fraunhofer IWM erweiterten Chaboche-Modells mit dem dehnrateabhängigen Perzyna-Term in Abhängigkeit von der Temperatur bestimmt.

### Vorhersage des Bauteilverhaltens beim Umformprozess und Gebrauchseinsatz mittels FE-Simulation

Mit dem angepassten Werkstoffmodell ist es beispielsweise möglich, die verformte Geometrie nach dem Umformprozess einschließlich seiner Rückfederung eines CuNiSi-Steckverbinders (Abbildung 1) vorzuberechnen. Neben weiteren Berechnungsmöglichkeiten kann der zeitliche Verlauf der bezogenen Klemmkraft bei unterschiedlichen Auslagerungstemperaturen im Voraus bestimmt (Abbildung 2) werden. Damit lassen sich die verbliebenen Klemmkräfte für repräsentative Last-Temperatur-Zyklen bestimmen oder die Geometrie des Steckverbinders für eine höhere Bauteilzuverlässigkeit konstruktiv verbessern.



1 Untersuchtes Bauteil »Steckverbinder« aus einer ausscheidungsgehärteten CuNiSi-Legierung. Vergleich des angepassten, für die Simulation vom Bauteilverhalten gut geeigneten Relaxationsmodells mit Experimentdaten.



2 Simulationsergebnis des zeitlichen Verlaufs der Klemmkraft für unterschiedliche Auslagerungstemperaturen von 20/85/150°C (oben), deren Ursache die zeit- und temperaturabhängige Werkstoffrelaxation im umgeformten Bauteil ist (unten).

#### Unsere Leistungen

- Experimentelle Charakterisierung des zeitabhängigen Verhaltens der untersuchten Werkstoffe
- Auswahl / Entwicklung eines geeigneten Werkstoffmodells
- Anpassung der Modellparameter
- Anwendung des Modells auf eine Bauteilsimulation (Umformung und Betriebszustand)

IGF-Vorhaben Nr. 17278N: »Untersuchung und Modellierung des Relaxationsverhaltens von höherfesten und hochleitfähigen Cu-Legierungen«, gefördert durch die Arbeitsgemeinschaft industrienaher Forschungsvereinigungen (AiF) im Auftrag des Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi).

## Sprechen Sie uns an!

### Der erste Kontakt

Die Kooperation mit dem Fraunhofer IWM beginnt mit einem unverbindlichen Beratungsgespräch. Hier wird ausgelotet, welche Ziele erreicht werden können und wie der zeitliche und finanzielle Rahmen aussehen kann. Höchste Professionalität bei der Projektbearbeitung ist unabhängig von der Projektgröße.

### Vertraulichkeit

Informationen des Auftraggebers werden streng vertraulich behandelt. Geheimhaltungsvereinbarungen sind auf Wunsch des Kunden gegebenenfalls Teil eines Kooperationsvertrags.

### Qualitätsmanagement

Viele hundert erfolgreiche Forschungs- und Entwicklungsprojekte jährlich sowie ein zertifiziertes Qualitätsmanagementsystem zeugen für eine an die Rahmenbedingungen der Industrie angepasste zuverlässige Projektbearbeitung. Die durch Umfragen bestätigte hohe Kundenzufriedenheit zeigt, dass das Fraunhofer IWM einen sehr guten Ruf genießt.