



# WÄRMEBEHANDLUNG

## WÄRMEBEHANDLUNG VON DRUCKGUSSTEILEN

Der Einfluss unterschiedlicher Wärmebehandlungsparameter, insbesondere der Auslagerungstemperatur, auf die mechanischen Eigenschaften der Legierung Al Si9Cu3(Fe)(Zn) wurde systematisch untersucht. Eine Kombination von Kalt- und Warmauslagerung führt zu einer signifikanten Steigerung der Festigkeit.

### LEGIERUNG EN 1706 AC-AI Si9Cu3(Fe)(Zn)

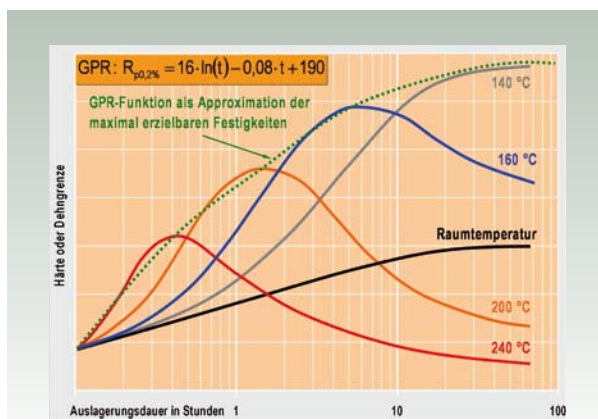
- Kombination von Kalt- und Warmauslagerung
- Thermisch aktivierte Ausscheidungsbildung
- Verkürzung der Auslagerungsdauer
- Steigerung der mechanischen Eigenschaften
- Höhere Dehngrenzen, Oberflächenhärten und Zugfestigkeiten, kein Verlust der Dehnung

### HRTEM-UNTERSUCHUNG

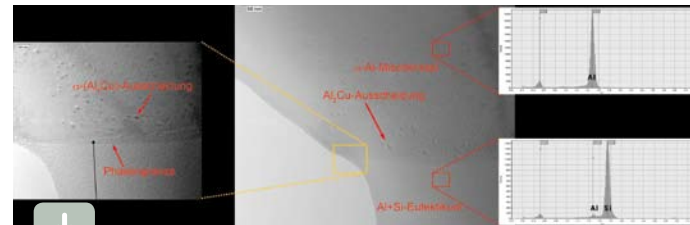
- Probenausarbeitung mittels fokussierten Ionenstrahls (FIB)
- High Resolution Aufnahmen (nm-Bereich, Atomsäulen)

### MATHEMATISCHE MODELLIERUNG

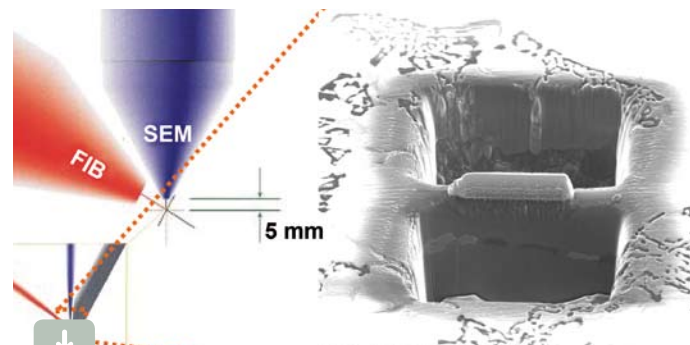
- Modellierung nach Shercliff-Ashby
- GPR-Funktion als Approximation der maximal erzielbaren Festigkeiten
- Optimierung der Wärmebehandlungsparameter
- Optimierung der Bauteilfestigkeiten



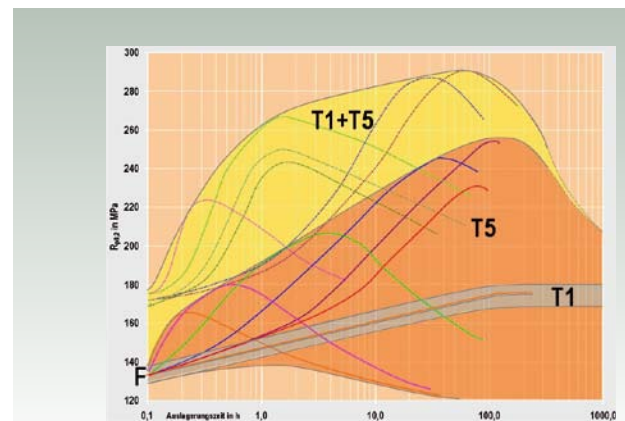
Aushärtungsverlauf in Abhängigkeit der Warmauslagerungstemperatur und -zeit. Die maximal erzielbaren Festigkeiten können durch die sog. GPR-Funktion approximiert werden.



Hellfeld-TEM-Aufnahme: Übergang vom ausscheidungsreichen Al-Mischkristall zu einem ausscheidungsreichen Silizium-Partikel (Mitte) und EDX-Spektren der jeweiligen Bereiche (Rechts). Links: Detailvergrößerung der Phasengrenze



Funktionsprinzip der FIB-Säge und eine aus dem Mischkristall der Druckgussprobe freigeschnittene TEM-Lamelle.



Erweiterung des Festigkeitsbereiches durch Optimierung der Wärmebehandlung:  
**F:** Festigkeit unmittelbar nach dem Abguss  
**T1:** Festigkeitsbereich nach Kältauslagerung  
**T5:** Festigkeitsbereich nach kontrollierter Abkühlung und nachfolgender Warmauslagerung  
**T1+T5:** Festigkeitsbereich nach Kombination von Kalt- und Warmauslagerung