

# MIKROSTRUKTUR-CHARAKTERISIERUNG REIBUNGSBELASTETER EISENOBERFLÄCHEN

Dr. Martin Dienwiebel | Telefon +49 721 4640-751 | martin.dienwiebel@iwm.fraunhofer.de

Die Mikrostrukturänderungen duktiler Materialien haben entscheidenden Einfluss auf die Reibung und den Verschleiß während Relativbewegungen. Sie sind damit wichtig für die Lebensdauer von Bauteilen. Mangels in situ-Messmethoden können die Entwicklung von Korngrößen und die Vorgänge während der stattfindenden plastischen Verformung während der Bewegung nicht geklärt werden. Somit bleiben die Fragen offen, wie sich die Mikrostruktur unter Scherbelastung initial einstellt und zeitlich ändert. Am Beispiel von reinem kubisch-raumzentrierten Eisen sollen hier die initiale Kornverfeinerung und die zeitliche Entwicklung der Korngrößen betrachtet werden.

## Vorgehensweise

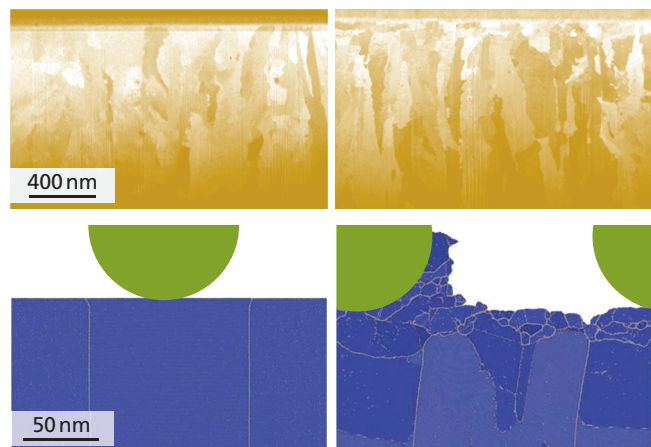
Mit einer Kombination gut definierter Experimente und Molekulardynamiksimulationen wurde der Mechanismus der initialen Kornverfeinerung untersucht. In den Simulationen wurde dazu ein steifer, kugelförmiger, inerter Körper in ein bikristallines Eisensubstrat eingedrückt und mit einer Geschwindigkeit von 20 m/s geschert. Dazu wurden vergleichbare Versuche mit einem am Fraunhofer IWM entwickelten Mikrotribometer unter Ultrahochvakuum-Bedingungen durchgeführt und die Mikrostruktur mittels fokussierter Ionenstrahltechnik charakterisiert.

## Randzone mit feinen Körnern

Das Reibungsexperiment zeigt überraschenderweise, dass sich bereits nach dem ersten Zyklus eine Randzone aus verfeinerten Körnern mit Durchmessern von < 50 nm ausgebildet hat. Weder die Korngröße noch die Tiefe der Randzone ändern sich nach bis zu 1000 Zyklen. Die genaue Korngrößenbestimmung wurde dabei mithilfe der Transmissionmikroskopie

durchgeführt. Auch die Reibkraft änderte sich nur während des ersten Durchlaufs und blieb dann im Folgenden konstant. In den Simulationen zeigte sich das gleiche Verhalten (Abbildung 1): Zahlreiche Versetzungen und Stapelfehler ordnen sich während des ersten Durchlaufs zu Kleinwinkelkorngrenzen und unter weiterer Scherung zu Großwinkelkorngrenzen an. Sie dienen als weitere Wachstumskerne für Gitterdefekte und Rekristallisationsvorgänge. Die Rekristallisation und die Kornverfeinerungsvorgänge sind dabei bereits nach dem ersten Durchlauf im Gleichgewicht. Dies ist in guter Übereinstimmung zur experimentellen Beobachtung.

Angelika Brink, Dr. Pedro Romero



1 SEM-Aufnahmen von FIB-Schnitten (oben) im initialen Zustand (links) und unter Scherbelastung im Ultrahochvakuum nach 1 Zyklus (rechts), Hertzische Pressung = 1 GPa,  $v = 10 \mu\text{m/s}$ ; Molekulardynamiksimulationen (unten) im initialen (links) und gescherten (rechts) Zustand.