

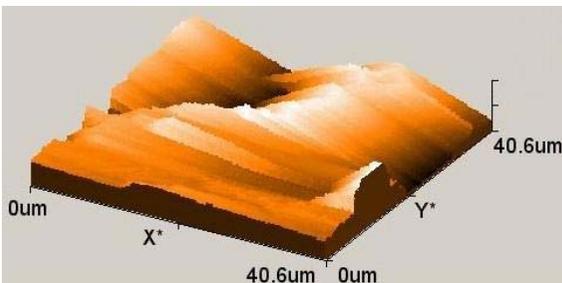
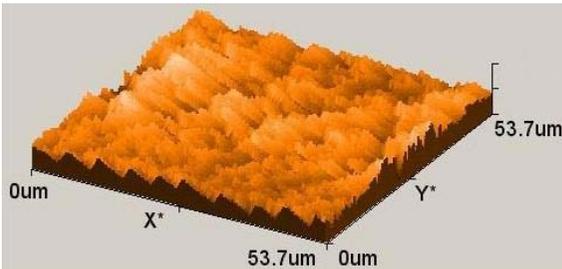


Michael  
Egger

# Qualität und Verschleiss von Oberflächen

## Analysen mit einem Atomkraftmikroskop

Diplomand	Michael Egger
Examinator	Prof. Dr. Benno Bucher
Experte	Dr. Jürg Neuenschwander, EMPA, Dübendorf
Themengebiet	Energie- und Umwelttechnik

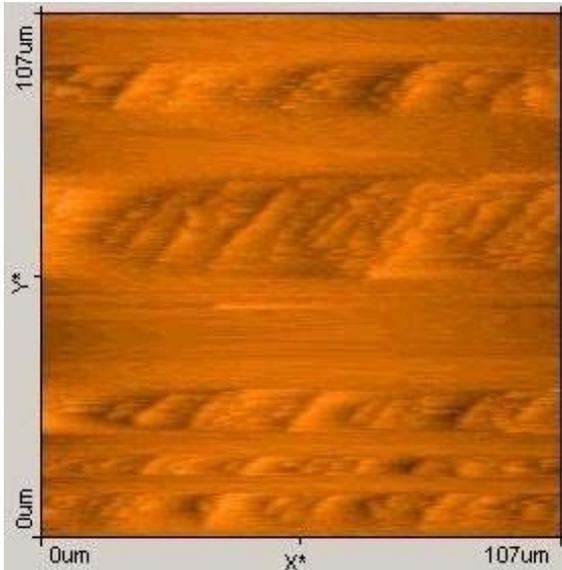


Polierte Rolle neu (oben) / gelaufen (unten)

Unter dem Stichwort der Nanotechnologie werden momentan revolutionäre, neue Eigenschaften von Oberflächen erforscht. Wenn man auf atomarer Ebene eine ideale Werkstoffoberfläche herstellen kann, werden viele Eigenschaften drastisch verändert. Schmutz kann zum Beispiel nicht mehr haften bleiben, oder die Verschleisseigenschaften unter mechanischer Beanspruchung können gezielt manipuliert werden. Ein Werkzeug, um mit atomaren Strukturen arbeiten zu können ist das Atomkraftmikroskop.

In dieser Arbeit werden die Oberflächenqualitäten und die Verschleisserscheinungen von Aviatik- und Industriekugellagern untersucht. Dazu wurden diverse Lager besorgt und für die Analyse vorbereitet.

Im Bereich der Aviatik Lager konnte festgestellt werden, dass polierte Lagerrollen bereits im Neuzustand eine extrem feine Oberflächenstruktur (Rauheitswerte von  $0.05 \mu\text{m}$ ) besitzen. Diese Werte reduzieren sich bei gebrauchten Lagern sogar auf rund  $0.02 \mu\text{m}$ .



Geschliffener Lagersitz Schneckenwelle

Unpolierte Lagerwalzen weisen im Neuzustand etwa 3-mal so hohe Rauigkeiten auf. Unterschiede sind auch zwischen verschiedenen Produktionsserien desselben Lagers zu erkennen.

Die beschichteten Industrielager weisen eine Oberflächenrauigkeit auf, die sehr nahe an der der polierten Aviatik-Lagern liegt ( $S_a = 0.03 \mu\text{m}$ ). Die Oberflächenwerte wurden aber schon kurz nach dem Einlaufvorgang drei- bis viermal höher.

Die unbeschichteten Industrielager weisen ab Werk Oberflächenrauigkeiten von  $0.08 \mu\text{m}$  auf. Die gelaufenen Lager desselben Typs haben sogar Werte von rund  $0.02 \mu\text{m}$ .

Interessant sind die zum Teil sichtbaren Verschleisserscheinungen bei den gebrauchten Lagern. Selbst wenn von bloßem Auge noch kein eindeutiger Verschleiss erkannt werden kann,

entdeckt man mit dem Atomkraftmikroskop „Löcher“ und „Zacken“ in der Oberfläche. Diese Erscheinungen entstehen bei örtlicher Überbelastung des Werkstoffes und werden im Allgemeinen als „Fressen“ eines Lagers bezeichnet.

Die Analyse von Werkstoffoberflächen mit dem Atomkraftmikroskop ermöglicht es dem Ingenieur, mehrere Parameter zur Oberflächencharakterisierung direkt zu betrachten. Rauigkeiten von Flächen können problemlos berechnet werden. Die dreidimensionale Darstellung einer gemessenen Oberfläche gibt sogar Einblicke in die geometrische Gestaltabweichung. Sind während des Bearbeitungsvorganges Schwingungen aufgetreten, sind diese als regelmässiges Muster auf der Oberfläche sichtbar.