

DAGA2008/126

Kontaktresonanzspektroskopie mit dem Rasterkraftmikroskop

S. Hirsekorn^a, U. Rabe^a, D. Rupp^b und W. Arnold^a

^aFraunhofer IZFP Saarbrücken

^bForschungszentrum Karlsruhe, Institut für Materialforschung II

sigrun.hirsekorn@izfp.fraunhofer.de

Kraftsensoren von Rasterkraftmikroskopen sind mikroskopische Federbalken mit einer Sensorspitze am freien Ende. Messgröße ist ihre Auslenkung durch an der Spitze angreifende Kräfte. In der Ultraschallkraftmikroskopie werden die Federbalken bei Kontakt mit einer Probenoberfläche zu Schwingungen im Ultraschallfrequenzbereich angeregt. Die Wechselwirkungskräfte zwischen Sensorspitze und Probe sind eine nichtlineare Funktion der Entfernung. Lineare Näherungen sind auf kleine Bereiche der Kraftkurve überdeckende Abstandsvariationen beschränkt, wie z.B. bei hohen statischen Auflagekräften und kleinen Schwingungsamplituden von Blattfeder und Probenoberfläche. Der Kontakt zwischen Sensorspitze und Probe ist dann durch lineare Federn und Dämpfungstöpe darstellbar. Die quantitative Auswertung gemessener Kontaktresonanzfrequenzen des Kraftmikroskopfederbalkens liefert die Kontaktsteifigkeit und, bei Kenntnis von Geometrie und Materialeigenschaften der Sensorspitze, den lokalen Indentationsmodul der Probenoberfläche. Bei größeren Schwingungsamplituden wird die Nichtlinearität der Kraftkurve durch höhere Harmonische der Anregungsfrequenz in der Blattfederschwingung sichtbar. Aus der Differentialgleichung für Balkenbiegeschwingungen und Beschreibung der Blattfeder als Balken konstanten Querschnitts wurde eine frequenzabhängige Übertragungsfunktion für Ultraschallschwingungen der Probe auf die Blattfeder abgeleitet, die die Berechnung der Kontakt- und Adhäsionskräfte als Funktion der Zeit aus bei Probenkontakt gemessenen Blattfederschwingungsspektren erlaubt. Die Kombination eines Kraftmikroskops mit einem Mach-Zehnder-Interferometer ermöglichte in-situ Messungen von Blattfeder- und Probenoberflächenschwingungen und damit die Rekonstruktion der Wechselwirkungskräfte zwischen Sensorspitze und Probe als Funktion des Abstands.