

Vordringen in eine Welt, in der einzelne Moleküle physikalisch wirksam werden

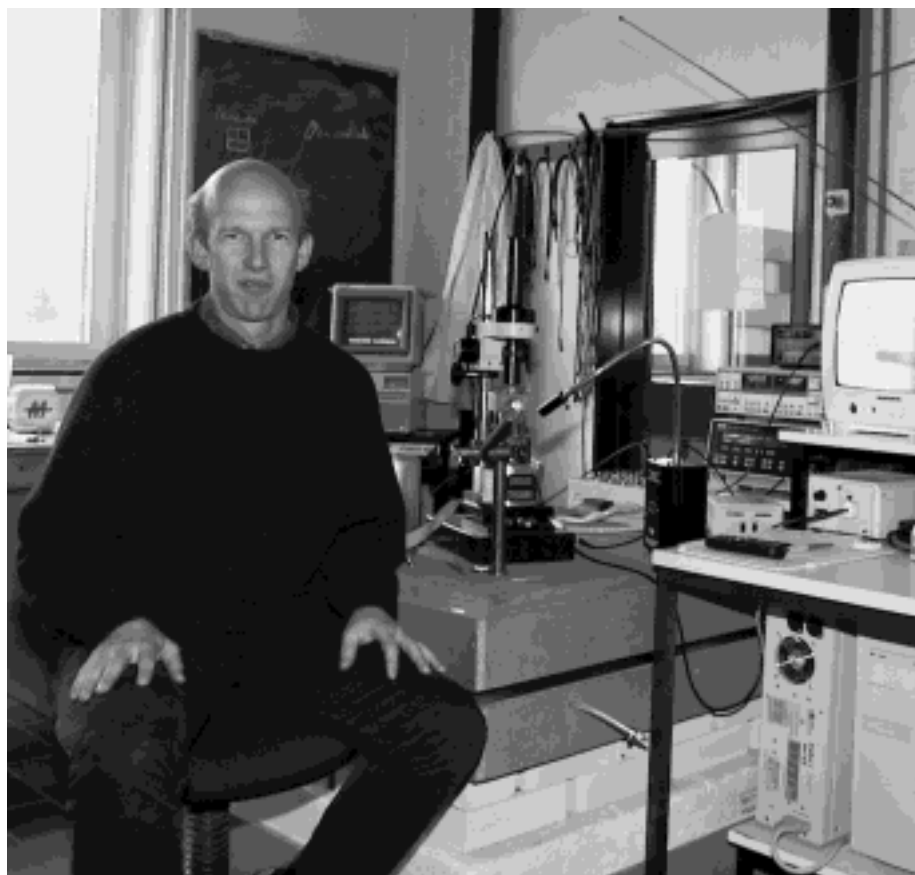
Neu an der Universität ist Professor Dr. Diethelm Johannsmann. Als Physikochemiker trat er zum Sommersemester 2002 die Nachfolge von Professor Dr. Peter Zugmaier im Institut für Physikalische Chemie an.

Diethelm Johannsmann studierte in Bonn und Heidelberg Physik (1979 - 86) und promovierte bei Prof. Dr. Wolfgang Knoll am Max-Planck-Institut für Polymerforschung in Mainz über „Quarzresonatoren zur viskoelastischen Analyse von dünnen Polymerfilmen“ (1988 - 1991). Anschließend ging er für zwei Jahre als Postdoc zu Professor Dr. Yuen-Ron Shen an die Universität Berkeley in Kalifornien (1991 - 1993). Von 1993 bis März 2002 leitete Herr Johannsmann eine eigene Forschergruppe am Max-Planck-Institut für Polymerforschung in Mainz. Er befasste sich dort vor allem mit dem mechanischen Verhalten von Polymeren an Grenzflächen.

Die mechanischen Eigenschaften einer Oberfläche zu bestimmen, die nur einige Zehner Millionstel Millimeter groß ist, ist kein leichtes Unterfangen, weil sie in dieser Größenordnung ihren „Charakter“ ändert. Im Großen gemessene Eigenschaften gelten nicht mehr im Kleinen. Dies liegt daran, dass einzelne Moleküle als ausgedehnte, korpuskulare Objekte zu den bestimmenden Akteuren auf der physikalischen Bühne werden. Um in dieser Dimension Scherkräfte an einer Probenoberfläche zu bestimmen, setzen Professor Johannsmann und seine Mitarbeiter ein Rasterkraft-Mikroskop ein - in ungewöhnlicher Weise.

Üblicherweise dient ein Raster-Kraft-Mikroskop zur Bestimmung der geometrischen Gestalt von Oberflächen. Dabei wird ein mikromechanischer Balken (Cantilever) mit einer feinen Spitze über der Oberfläche zeilenförmig verfahren. Aufgrund von molekularen Wechselwirkungen zwischen der Cantilever-Spitze und den Oberflächenmolekülen der Probe wird eine anziehende (van-der-Waals) oder eine rückstoßende Kraft auf den Biegebalken ausgeübt, so dass dieser sich verbiegt. Da die Stärke der Auslenkung des Biegebalkens, d.h. die Verbiegung, vom Abstand Spitze/Probe abhängt, kann die Oberflächenstruktur der Probe aus der Messung erschlossen werden, wenn dessen Auslenkung beim Rastern erfasst wird.

Zur Messung der Auslenkung des Biegebalkens wird ein fokussierter Laserstrahl auf die Spitze des Biegebalkens gerichtet, von diesem



Prof. Dr. Diethelm Johannsmann begann zum Sommersemester an der TU Clausthal.

reflektiert und von einer positionsempfindlichen Photodiode detektiert. Eine Verbiegung des Balkens führt dann zu einer Veränderung des Photostroms in der Diode.

So kann eine „Landschaft“ vermessen, nicht aber mechanische Eigenschaften des „Bodens“ charakterisiert werden. Die innere Zähigkeit (Viskosität) eines flüssigen Polymers kann mit einem Rasterkraftmikroskop bestimmt werden, indem die Änderung des thermischen Rauschens des mikromechanischen Balkens, während er die Oberfläche eines flüssigen Polymers abtastet, aufgezeichnet werden. „Man stelle sich die Blattfeder als einen Stab vor, der in einem Bach, in dem Baumstämme schwimmen, bewegt wird. Ein solcher Stab schwingt, von umgebenden Gasmolekülen angestoßen, unentwegt. Trifft er in dem Bach an einen Baumstamm (ein Polymer), so wird die Schwingung stärker gedämpft. Wir können der Natur bei diesen mikroskopisch kleinen Bewegungen zuschauen“.

In einem weiteren Vorhaben, werden Polymerfilme, Tastspitzen, Sandhaufen, oder auch biologische Proben durch Schwingquarze zu hochfrequenten Scherschwingungen angeregt. Aufgrund ihrer Trägheit und ihrer mechanischen Eigenschaften verändern sie dabei die Resonanzfrequenz und die Resonanzbreite des Schwingquarzes. Aus der Veränderung der Resonanz kann man dann auf die mechanischen Eigenschaften der Probe an der Quarz-Proben-Grenzfläche schließen.

Mit fortschreitender Miniaturisierung im Maschinenbau und in der Elektrotechnik gewinnt die Charakterisierung mechanischer Eigenschaften mesoskopischer Bauteile an Bedeutung. Professor Johannsmanns Lehre und Forschung ist somit ein Grundlagenbeitrag der Chemie zum Zweig der ingenieurwissenschaftlich geprägten Werkstoffwissenschaften in Clausthal und damit Ausdruck der Verzahnung zwischen Natur- und Ingenieurdisziplinen, wie sie gleichfalls für die hiesige Physik gültig ist. ■