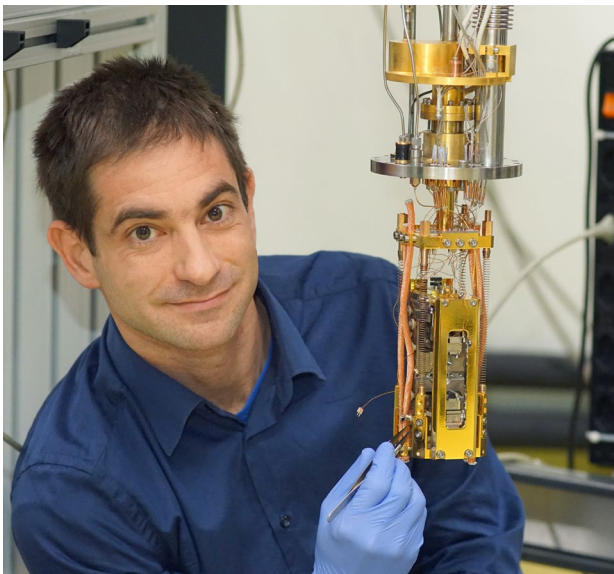


Wie gross und woher?

Nanodrähte als Sensoren im AFM

Für das SNI war 2016 nicht nur das Jahr der grossen Events, sondern auch das Jahr des Rasterkraftmikroskops (AFM). Der SNI-Vizedirektor Professor Dr. Christoph Gerber war vor 30 Jahren massgeblich an der Entwicklung des AFM beteiligt und erhielt im September 2016 zusammen mit seinen Kollegen Professor Dr. Carl Quate und Dr. Gerd Binnig den angesehenen Kavli-Preis für die Erfindung dieses sehr vielfältig einsetzbaren Mikroskops. Zahlreiche lokale und internationale Medien berichteten aus diesem Anlass über das AFM, das viele Türen zur Nanowelt geöffnet hat. Auch Argovia-Professor Dr. Martino Poggio und sein Team haben mit ihrer Forschung im Jahr 2016 dazu beigetragen, dass das AFM seine Erfolgsgeschichte fortsetzt. Die Wissenschaftler haben Nanodrähte als Sensoren eingesetzt, mit denen sich im Gegensatz zu herkömmlichen Geräten sowohl Grösse als auch Richtung von Kräften messen lassen. Sie stellten diese Weiterentwicklung im Oktober in «Nature Nanotechnology»¹ vor.



Nanodrähte als empfindliche Sensoren

Bereits seit einigen Jahren untersucht der Argovia-Professor Martino Poggio mit seinem Team, wie sich Nanodrähte als empfindliche Sensoren einsetzen lassen. Nanodrähte sind extrem dünne, langgestreckte Kristalle, die ein fast fehlerfreies Kristallgitter aufweisen. Die

Drähte haben normalerweise einen Durchmesser von maximal 100 Nanometern und sind damit etwa tausendmal dünner als ein menschliches Haar. Aufgrund ihrer winzigen Abmessungen besitzen sie eine im Vergleich zum Volumen enorm grosse Oberfläche und haben eine sehr geringe Masse. Nanodrähte sind daher gut geeignet, um als winzige Sensoren für biologische und chemische Proben, aber auch als Druck- oder Ladungssensoren eingesetzt zu werden.

Richtung und Grösse sind messbar

In der kürzlich veröffentlichten Arbeit zeigten die Wissenschaftler um Martino Poggio, dass die Nanodrähte auch als Sensoren in Rasterkraftmikroskopen (AFM) zur Erfassung von Kräften verwendet werden können. In herkömmlichen AFMs dienen Messnadeln an der Spitze eines Siliziumfederbalkens als Sensor, der über die Probe geführt wird. Poggio hat mit seinem Team nun Galliumarsenid-Nanodrähte verwendet, die von Kollegen der EPF Lausanne hergestellt wurden. Aufgrund ihrer besonderen mechanischen Eigenschaften vibrieren diese Drähte entlang zweier senkrecht zueinander stehenden Achsen mit etwa derselben Frequenz. Wird nun solch ein Nanodraht in ein Rasterkraftmikroskop integriert und über eine Probe geführt, ändern sich diese Vibrationen in

¹Nicola Rossi, Floris R. Braakman, Davide Cadeddu, Denis Vasyukov, Gözde Tütüncüoğlu, Anna Fontcuberta i Morral & Martino Poggio
Vectorial scanning force microscopy using a nanowire sensor
Nature Nanotechnology (2016), doi: 10.1038/nnano.2016.189

Abhängigkeit von der Grösse und Richtung der einwirkenden Kräfte. Die senkrecht zueinander stehenden Vibrationsänderungen lassen sich dann messen und liefern ein Bild des Kräftefeldes der Probe. Der Nanodraht agiert dabei wie eine winzige mechanische Kompassnadel, die sowohl die Grösse als auch die Richtung der umgebenden Kräfte anzeigt.

Technische Herausforderung gelöst

Für die Wissenschaftler aus Basel war es zunächst eine technische Herausforderung, ein Gerät zu bauen, das einen winzigen Nanodraht über eine Oberfläche scannen und gleichzeitig die Vibration des Drahtes in zwei senkrecht zueinander laufenden Richtungen erfassen kann. Nachdem sie dann aber den Nanodraht erfolgreich in ein AFM integriert hatten, generierten sie mithilfe winziger Elektroden Test-Kraftfelder, die sie anhand ihrer Messungen gut abbilden konnten. Auch das zweidimensionale Kräftefeld über einer unbekanntem, strukturierten Probenoberfläche liess sich mit dem Nanodraht-Kompass darstellen. Damit war der neue AFM-Typ geschaffen.

Mit der Entwicklung dieses neuen Rasterkraftmikroskops erweitert sich die Breite der Anwendungsgebiete des AFMs, das aus Bereichen wie Festkörperphysik, Materialwissenschaften, Biologie und Medizin nicht mehr wegzudenken ist. «Wenn wir statt der sonst verwendeten kristallinen Silizium-Cantilever die deutlich kleineren Nanodrähte einsetzen, öffnet das die Tür für weitere Verbesserungen dieser enorm erfolgreichen Technik», kommentiert Martino Poggio. Mit einer entsprechenden Funktionalisierung liesse sich der neue AFM-Typ beispielsweise einsetzen, um Magnetkräfte verschiedener Proben zu untersuchen. Und die Verwendung von Nanodrähten mit spitz zulaufenden Spitzen könnte die Auflösung des Mikroskops noch weiter verbessern und damit atomare und sub-atomare Auflösungen liefern.