Neuer Sensor kann immer kleinere Nanoteilchen erkennen

Nanoteilchen sind in unserer Umgebung allgegenwärtig: Viren in der Raumluft, Proteine im Körper, als Bausteine neuer Materialien etwa für die Elektronik oder in Oberflächenbeschichtungen. Wer die winzigen Partikel sichtbar machen will, hat ein Problem: Sie sind so klein, dass man sie unter einem optischen Mikroskop meist nicht sieht. Forschende am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) haben einen Sensor entwickelt, mit dem sie Nanoteilchen nicht nur aufspüren, sondern auch ihre Beschaffenheit bestimmen und ihre räumliche Bewegung nachverfolgen können. Ihren extrem empfindlichen und sehr kompakten Detektor, einen neuartigen Fabry-Pérot Resonator, präsentieren sie jetzt in der Fachzeitschrift Nature Communications.

Gängige Mikroskope erzeugen stark vergrößerte Bilder von kleinen Strukturen oder Objekten mit Hilfe von Licht. Weil die Nanoteilchen aufgrund ihrer Winzigkeit aber kaum Licht absorbieren oder streuen, bleiben sie unsichtbar. Optische Resonatoren hingegen verstärken die Wechselwirkung zwischen Licht und Nanoteilchen: Sie halten Licht auf kleinem Raum gefangen, indem es tausende Male zwischen zwei Spiegeln reflektiert wird. Befindet sich ein Nanoteilchen in dem gefangenen Lichtfeld, dann wechselwirkt das Nanoteilchen tausende Male mit dem Licht, so dass die Änderung der Lichtintensität messbar wird. „Weil das Lichtfeld an verschiedenen Stellen im Raum unterschiedliche Intensitäten hat, können wir Rückschlüsse auf die Position des Nanoteilchens im dreidimensionalen Raum ziehen“, sagt Dr. Larissa Kohler vom Physikalischen Institut am KIT.

Resonator macht Bewegungen der Nanoteilchen sichtbar

Und nicht nur das: „Wenn sich ein Nanoteilchen in Wasser befindet, stößt es mit den Wassermolekülen zusammen, welche sich aufgrund von thermischer Energie in willkürliche Richtungen bewegen. Durch die Stöße führt das Nanoteilchen eine Art Zitterbewegung aus. Auch diese Brownsche Bewegung können wir nun nachvollziehen“, so die Expertin. „Bislang konnte mit einem optischen Resonator nicht die räumliche Bewegung eines Nanoteilchens nachverfolgt werden, sondern man konnte nur sagen, dass sich das Teilchen im Lichtfeld befindet oder nicht“, erläutert Kohler. Obendrein eröffne der neuartige faserbasierte Fabry-Pérot Resonator, bei dem sich die hochreflektierenden Spiegel auf den Endflächen von Glasfasern befinden, die Möglichkeit, aus der dreidimensionalen Bewegung den hydrodynamischen Radius des Teilchens, also die Dicke der es umgebenden Hülle aus Wasser, abzuleiten. Das ist entscheidend, weil diese die Eigenschaften des Nanoteilchens verändert. „Zum Beispiel können aufgrund der Hydrathülle noch Nanoteilchen detektiert werden, die ohne diese Hülle zu klein wären“, sagt Kohler. Ebenso könnte die Hydrathülle um Proteine oder andere biologische Nanoteilchen einen Einfluss bei biologischen Vorgängen haben.

Sensor ermöglicht Einblicke in biologische Vorgänge

Einsatzmöglichkeiten für ihren Resonator sehen die Forschenden bei der zukünftigen Detektion der dreidimensionalen Bewegung mit hoher zeitlicher Auflösung und der Charakterisierung der optischen Eigenschaften von biologischen Nanoteilchen, wie zum Beispielen Proteinen, DNA-Origami oder Viren. Der Sensor könnte damit Einblicke in noch nicht verstandene biologische Vorgänge ermöglichen.

Publikation

Larissa Kohler, Matthias Mader, Christian Kern, Martin Wegener, David Hunger: Tracking Brownian motion in three dimensions and characterization of individual nanoparticles using a fiber-based high-finesse microcavity. Nature Communications, 2021. DOI: 10.1038/s41467-021-26719-5

04.11.2021
Quelle: Karlsruher Institut für Technologie

Weitere Informationen

Kontakt:
Monika Landgraf
Leiterin Gesamtkommunikation, Pressesprecherin
Tel.: +49 (0) 721 608 41150
E-Mail: presse(at)kit.edu

Kontakt für diese Presseinformation:
Dr. Felix Mescoli
Pressereferent
Tel.: +49 (0) 721 608 41171
E-Mail: felix.mescoli(at)kit.edu

- Karlsruher Institut für Technologie (KIT)