

Press release**Max-Planck-Institut für die Physik des Lichts****Florian Ritter**

05/09/2022

<http://idw-online.de/en/news793187>Research results, Scientific Publications
Medicine, Physics / astronomy
transregional, national**MAX-PLANCK-INSTITUT**
FÜR DIE PHYSIK DES LICHTS**Eine neue Methode zur Erforschung der Nanowelt**

Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für die Physik des Lichts (MPL) und des Max-Planck-Zentrums für Physik und Medizin (MPZPM) in Erlangen präsentieren einen großen Fortschritt bei der Charakterisierung von Nanopartikeln. Sie nutzten eine spezielle Mikroskopie-Methode, die auf Interferometrie basiert, um die bestehenden Instrumente zu übertreffen. Eine mögliche Anwendung dieser Technik könnte die Identifizierung von Krankheiten sein.

Nanopartikel sind überall. Sie befinden sich in unserem Körper in Form von Proteinaggregaten, Lipidbläschen oder Viren. Sie befinden sich in Form von Verunreinigungen in unserem Trinkwasser. In der Luft, die wir einatmen, sind sie als Schadstoffe enthalten. Gleichzeitig basieren viele Medikamente auf der Verabreichung von Nanopartikeln, darunter auch die Impfstoffe, die wir in letzter Zeit erhalten haben. Auch die Schnelltests für den Nachweis von SARS-Cov-2 basieren auf Nanopartikeln, um die Pandemie zu bekämpfen. Die rote Linie, die wir täglich überwachen, enthält Myriaden von Gold-Nanopartikeln, die mit Antikörpern gegen Proteine beschichtet sind, die die Infektion anzeigen.

In der Regel, bezeichnet man etwas als Nanopartikel, wenn seine Größe (Durchmesser) kleiner als ein Mikrometer (ein Tausendstel Millimeter) ist. Objekte in der Größenordnung von einem Mikrometer können noch mit einem normalen Mikroskop gemessen werden, aber Partikel, die viel kleiner sind, z. B. kleiner als 0,2 Mikrometer, lassen sich nur noch sehr schwer messen oder charakterisieren. Interessanterweise ist dies auch der Größenbereich von Viren, die bis zu 0,02 Mikrometer klein werden können.

Im Laufe der Jahre haben Wissenschaftler und Ingenieure eine Reihe von Instrumenten zur Charakterisierung von Nanopartikeln entwickelt. Im Idealfall möchte man ihre Konzentration messen, ihre Größe und Größenverteilung beurteilen und ihre Substanz bestimmen. Ein hochwertiges Beispiel ist das Elektronenmikroskop. Aber diese Technologie hat viele Schwächen. Sie ist sehr sperrig und teuer, und die Untersuchungen dauern zu lange, weil die Proben sorgfältig vorbereitet und ins Vakuum gebracht werden müssen. Und selbst dann bleibt es schwierig, die Substanz der Teilchen zu bestimmen, die man im Elektronenmikroskop sieht.

Ein schnelles, zuverlässiges, leichtes und tragbares Gerät, das in der Arztpraxis oder im Feld eingesetzt werden kann, wäre von großer Bedeutung. Einige optische Instrumente auf dem Markt bieten solche Lösungen an, aber ihre Auflösung und Präzision waren bisher unzureichend für die Untersuchung kleinerer Nanopartikel, z. B. viel kleiner als 0,1 Mikrometer (oder anders gesagt 100 nm).

Eine Gruppe von Forschern des Max-Planck-Instituts für die Physik des Lichts und des Max-Planck-Zentrums für Physik und Medizin hat nun ein neues Gerät erfunden, das einen großen Sprung bei der Charakterisierung von Nanopartikeln ermöglicht. Die Methode heißt iNTA, kurz für Interferometric Nanoparticle Tracking Analysis. Ihre Ergebnisse werden in der Mai-Ausgabe der international renommierten Zeitschrift Nature Methods veröffentlicht.

Die Methode basiert auf dem interferometrischen Nachweis des Lichts, das von einzelnen Nanopartikeln gestreut wird, die in einer Flüssigkeit umherwandern. In einem solchen Medium bewegt die Wärmeenergie die Teilchen ständig in

zufällige Richtungen. Es stellt sich heraus, dass der Raum, den ein Teilchen in einer bestimmten Zeit erkundet, mit seiner Größe korreliert. Mit anderen Worten: Kleine Teilchen bewegen sich "schneller" und nehmen ein größeres Volumen ein als große Teilchen. Die Gleichung, die dieses Phänomen beschreibt - die Stokes-Einstein-Relation - stammt aus dem Anfang des letzten Jahrhunderts und findet seitdem Nutzen in vielen Anwendungen. Kurz gesagt, wenn man ein Nanopartikel verfolgen und Statistiken über seine unruhige Flugbahn sammeln könnte, könnte man auf seine Größe schließen. Die Herausforderung besteht also darin, sehr schnelle Filme von winzigen vorbeiziehenden Teilchen aufzunehmen.

Wissenschaftler am MPL haben in den letzten zwei Jahrzehnten eine spezielle Mikroskopiemethode entwickelt, die als interferometrische Streuungsmikroskopie (iSCAT) bekannt ist. Diese Technik ist extrem empfindlich beim Nachweis von Nanopartikeln. Durch die Anwendung von iSCAT auf das Problem der diffundierenden Nanopartikel hat die MPL-Gruppe erkannt, dass sie die auf dem Markt vorhandenen Instrumente übertreffen kann. Die neue Technologie hat einen besonderen Vorteil bei der Entschlüsselung von Mischungen von Nanopartikeln unterschiedlicher Größe und unterschiedlicher Materialien.

Die Anwendungen der neuen Methode sind vielfältig. Ein besonders spannender Anwendungsbereich betrifft nanogroße Vehikel, die von Zellen abgesondert werden, die so genannten extrazellulären Vesikel. Diese bestehen aus einer Lipidhülle, ähnlich wie eine Nanoseifenblase. Die Hülle und die innere Flüssigkeit enthalten jedoch auch Proteine, die uns Aufschluss darüber geben, woher die Vesikel stammen, d. h. aus welchem Organ oder zellulären Prozess. Wenn die Proteinmenge und/oder die Größe der Bläschen vom Normalbereich abweicht, könnte dies auf eine Krankheit hindeuten. Deshalb ist es sehr wichtig, Wege zu finden, extrazelluläre Vesikel zu charakterisieren.

Die Forscher am MPL und MPZPM arbeiten nun an der Entwicklung eines Benchtop-Systems, mit dem Wissenschaftler weltweit von den Vorteilen der iNTA profitieren können.

contact for scientific information:

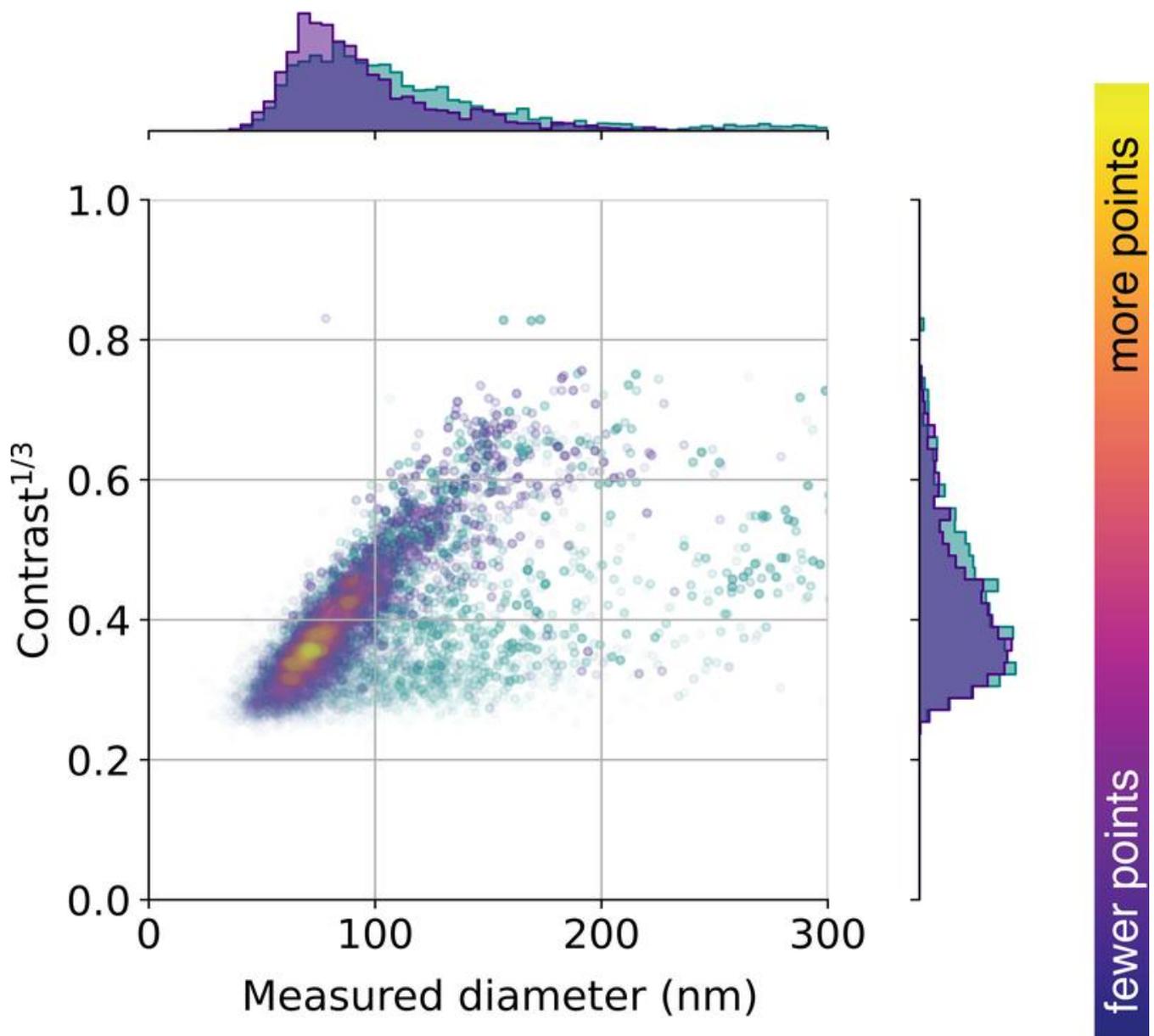
Dr. Vahid Sandoghdar
vahid.sandoghdar@mpl.mpg.de

Original publication:

Anna D. Kashkanova, Martin Blessing, André Gemeinhardt,
Didier Soulat and Vahid Sandoghdar,
"Precision size and refractive index analysis of weakly scattering nanoparticles in polydispersions",
<https://www.nature.com/articles/s41592-022-01460-z>



Das Gemälde "Einige Kreise" von Wassily Kandinsky (1926) zeigt auf wunderbare Weise eine typische Situation, in der Nanopartikel verschiedener Größen und Materialien in einer Probe koexistieren. iNTA bietet eine hohe Auflösung bei deren Identifizierung.



Die Abbildung zeigt die Verteilung von Vesikeln aus dem Urin einer gesunden Person in Abhängigkeit von der Vesikelgröße und dem iSCAT- Kontrast (d.h. wie stark sie das Licht streuen).

MPI für die Physik des Lichts

MPI für die Physik des Lichts