

## PLASMONISCH RESONANTE NANORINGE

## PLASMONIC RESONANT NANORINGS

Metallische Nanoringe mit Durchmessern kleiner 100 nm (Abb. 1) besitzen plasmonische Resonanzen, die zu unterschiedlichsten Farbeffekten führen können. Diese Resonanzen basieren auf kohärenten Schwingungen der Leitungselektronen, die bis in den visuellen Spektralbereich reichen. Die Form dieser Resonanzen kann durch gezielte Strukturierung kontrolliert werden. Periodisch angeordnet stellen die Ringe sogenannte Metaatome dar und bilden zusammen ein Metamaterial. Die Ausbreitungseigenschaften von Licht in diesem Metamaterial werden durch die Form der Resonanzen beeinflusst und lassen sich über die Geometrie der Nanoringe maßschneidern. Damit können optische Materialeigenschaften erzielt werden, die bei natürlichen Materialien nicht vorkommen.

Die Ringe werden mittels Elektronenstrahlolithographie hergestellt. Durch Einsatz geeigneter Ätz- und Metallisierungstechnologien können sie mit geringem Aufwand realisiert werden. Um den Herstellungsaufwand weiter zu reduzieren, ist ein Wechsel auf andere Lithographiearten möglich. Hierfür kann beispielsweise die auf Selbstorganisation beruhende Block-Copolymer-Nanolithographie angewandt werden.

Der hier entwickelte Prozess ermöglicht die Bereitstellung

Metallic nanorings with diameters below 100 nm (Fig. 1) show plasmonic resonances leading to different color effects. These resonances rely on coherent oscillations of conduction electrons and range down to the visible spectral range. The resonances' form can be controlled by well-designed structuring. Arranged in a periodic array, each ring represents a so-called metaatom and together form a so called metamaterial. The dispersion properties of light are influenced by the shape of these resonances and can be tailored by the geometry of the nanorings. For this reason, it is possible to create material properties which cannot be found in natural materials.

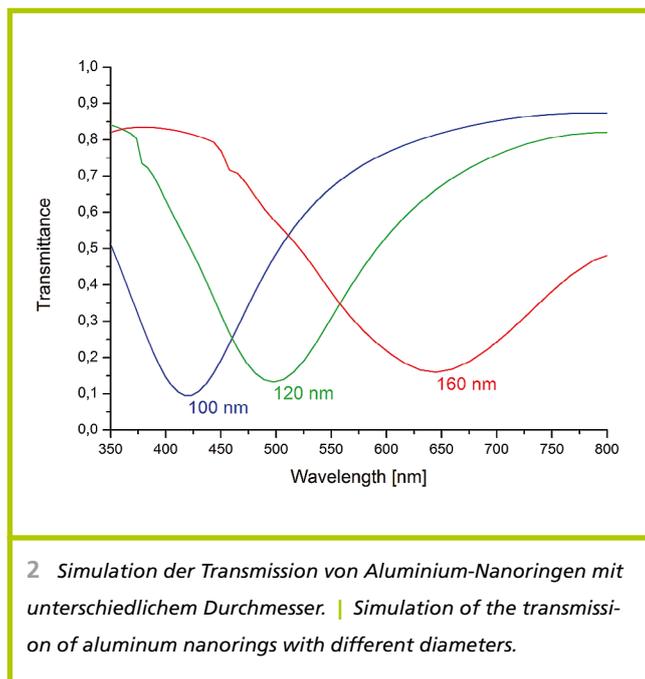
The rings are created with electron beam lithography. They can be realized with little effort by choosing suitable etching and metallization technologies. It is possible to further reduce this effort by changing the type of lithography. One example is the so-called block copolymer nano lithography, based on self-organization processes.

1 REM-Bild von hergestellten Aluminium-Nanoringen mit einem Durchmesser von 100 nm und einer Periode von 290 nm.

1 REM Picture of produced aluminum nanorings with a diameter of 100 nm and a period of 290 nm.

von Nanomaterialien sowohl für die Forschung als auch für industrielle Applikationen. So können auf Basis dieser Ringstrukturen z. B. Farbfilter für Sensoren erzeugt werden (Abb. 2). In Zukunft sollen auch andere Geometrieformen generiert werden, womit die Darstellung von komplexeren Metamaterialien, wie z. B. Negativ-Index-Materialien, möglich wird. Ferner wird der Prozess so weiter entwickelt, dass damit auch Volumenmaterialien bereitgestellt werden können.

The process developed here enables the allocation of nanomaterials for research and industrial applications. For instance, it is possible to create color filters based on these nanorings (Fig. 2). Other geometries will be created in the future to enable the construction of more complex metamaterials, such as negative index materials. Moreover, the process will be developed further to make volume materials available.



## AUTHORS

*Dennis Lehr*<sup>1</sup>

*Ernst-Bernhard Kley*<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> *Institut für Angewandte Physik,  
Friedrich-Schiller-Universität Jena*

<sup>2</sup> *Fraunhofer IOF*

## CONTACT

*Dr. Ernst-Bernhard Kley*

*Phone +49 3641 947-830*

*ernst-bernhard.kley@uni-jena.de*