

Zeitschrift: Horizonte : Schweizer Forschungsmagazin
Herausgeber: Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung
Band: 34 (2021)
Heft: 130: Achtung, fertig Sportwissenschaft!

Artikel: Die Grenzen der Optik sprengen
Autor: Pousaz, Lionel
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1089063>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 13.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Die Grenzen der Optik sprengen

Sie können, was Glas nicht kann: Blau und Rot auf zwei unterschiedliche Punkte fokussieren. 2D-Nanostrukturen ebnen den Weg für neue Bildgebungstechnologien.

Text Lionel Pousaz

Wenn ein Lichtstrahl ein transparentes Material durchquert, ist seine Reise komplexer, als es scheint: Die Lichtwelle schubst die Elektronen der Atome. Kurzzeitig gestört, kehrt die elektrische Ladung wieder ins Gleichgewicht zurück und erzeugt dabei von Neuem Licht, das sich von der ursprünglichen Quelle nicht unterscheiden lässt. Dieser Vorgang wiederholt sich quer durch das Material von Atom zu Atom, bis die Welle auf der anderen Seite wieder heraustritt. Was den Anschein eines kontinuierlichen Flusses erweckt, ist in Wirklichkeit eher ein Staffellauf. Zusätzlich wird bei jeder Übergabe das Licht etwas abgelenkt: So entsteht die Lichtbrechung, das Phänomen, das einen halb ins Wasser getauchten Stock geknickt erscheinen lässt.

Das gleiche Phänomen tritt auch bei Metamaterialien auf. Das sind Platten, auf die in Schichten regelmässige Muster aus Kupfer, Gold oder Silber aufgedruckt sind. Diese künstliche Struktur bricht das Licht auf ähnliche Weise wie die Atomstruktur in einem transparenten Material. Die Muster werden deshalb auch als «künstliche Atome» bezeichnet. Durch Veränderungen von Form, Grösse und Anordnung dieser Muster können gezielt elektromagnetische Strahlen mit einer bestimmten Wellenlänge beeinflusst werden – UV-Licht, sichtbares Licht, Infrarotlicht oder Mikrowellen. Außerdem lässt sich die Stärke der Brechung festlegen. Damit können neue Bildgebungstechniken entwickelt und die physikalischen Grenzen der Auflösung herkömmlicher glasbasierter Optik verschoben werden.

Noch ist die Miniaturisierung allerdings eine hohe Hürde: Die aufgedruckten Muster müssen fünf- bis zehnmal kleiner sein als die betreffende Wellenlänge. Mit einer Länge von rund einem Dutzend Zentimetern sind Mikrowellen kein Problem. Die vielversprechendsten Anwendungen liegen aber im Spektrum des sichtbaren Lichts zwischen 390 und 780 Nanometern Wellenlänge. Hier müssten die Motive kleiner als 100 Nanometer sein – ein Tausendstel eines Haardurchmessers.

Hautkrankheiten einfacher erkennen

«Wir wissen noch nicht, wie wir genügend kleine 3D-Nanostrukturen herstellen können, mit denen wir sichtbares Licht beeinflussen können», erklärt Olivier Martin, Leiter des Labors für Nanophotonik und Metrologie der EPFL. Aus diesem Grund arbeitet der Forscher mit zweidimensionalen Flächen, die sich einfacher herstellen lassen. Diese Metaflächen sind zwar weniger effizient als 3D-Materialien, ermöglichen aber bereits interessante Manipulationen des Lichts.

Eines dieser Metamaterialien sieht aus wie Glas, auf das U-förmige Silbermotive gedruckt sind. Die grössten Motive interagieren mit rotem Licht, die kleinsten mit blauem Licht. Über die Anordnung und die Form der Motive kann für jede Farbe ein unterschiedlicher Brechungsindex erzeugt werden. Mit anderen Worten: Die Farben können auf zwei unterschiedliche Punkte fokussiert werden. «Dieser Effekt

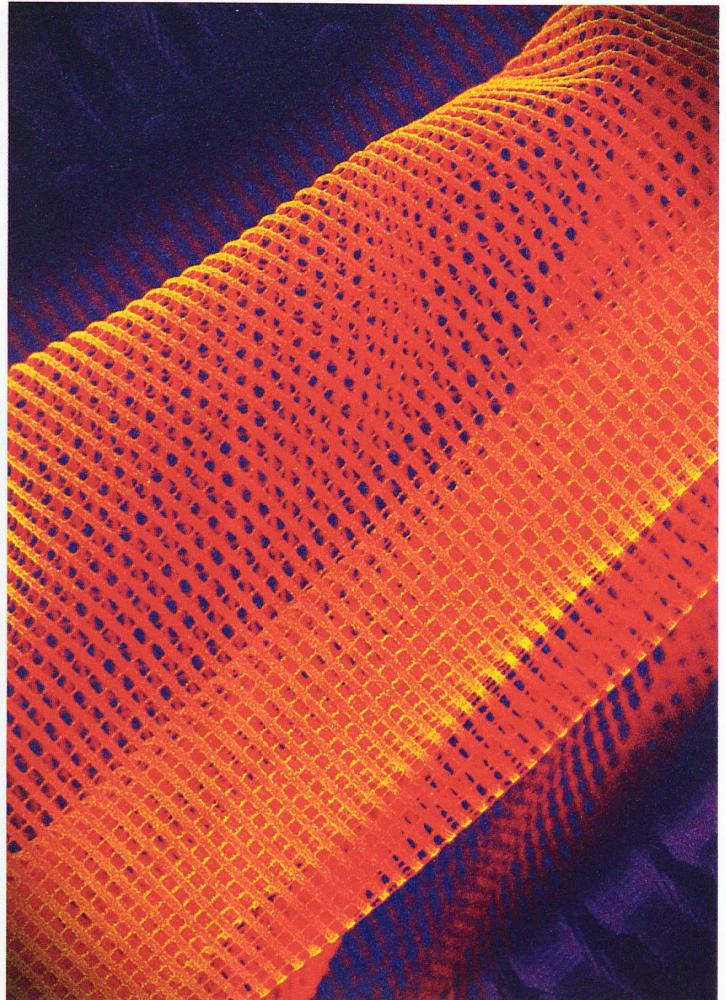


Foto: John Rogers/University of Illinois/Science Photo Library

Metamaterialien haben ungewöhnliche und nützliche optische Eigenschaften. Hier ein eingefärbtes elektronenmikroskopisches Bild eines flexiblen Gitters aus Silber und Magnesiumfluorid.

ist absolut neu, ohne Gegenstück in der klassischen Optik», erklärt Olivier Martin. «Das ist zweifellos ein bemerkenswerter Fortschritt im Bereich der Metaoberflächen», kommentiert Juejun Hu, Materialforscher am Massachusetts Institute of Technology (MIT), der nicht an den Arbeiten beteiligt war. «Im Gegensatz zu traditionellen optischen Vorrichtungen und ihrer Wirkung auf Breitbandlicht interagiert dieser Prototyp mit Licht einer ganz bestimmten Farbe – also Wellenlänge –, ohne den Rest des Spektrums zu beeinflussen, was zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten eröffnet.»

Ab Herbst 2021 wird Olivier Martin mit anderen Forschenden der EPFL zusammenarbeiten, um potenzielle Anwendungen für seine Metamaterialien zu erkunden. Er könnte sich Bildgebungsgeräte zur Erkennung von Hauterkrankungen vorstellen oder Anwendungen zur Überwachung des Wachstums von landwirtschaftlichen Kulturen oder auch in der Hydrologie. Gebiete, in denen heute spezialisierte hyperspektrale Kameras nötig sind.

Lionel Pousaz ist Wissenschaftsjournalist und lebt in Boston.