



## Beim Phasenübergang benutzen die Elektronen den Zebrastrreifen

Team um Physiker der Universität Stuttgart entdeckt ungewöhnliche Strukturen wechselwirkender Elektronen

Dass Materie in drei verschiedenen Aggregatzuständen oder Phasen vorkommt (fest, flüssig und gasförmig), wissen wir aus der Schulzeit. Wie jedoch die Umwandlung von einer in die andere Phase im Detail geschieht, darüber rätseln Physiker bis heute. Ein internationales Forscherteam unter der Leitung von Prof. Martin Dressel vom 1. Physikalischen Institut der Universität Stuttgart erzielte jetzt mit neuartigen optischen Techniken interessante Einblicke bei elektronischen Phasenübergängen. Die renommierten Fachmagazine *Applied Physics Letters* und *Science Advances* berichteten darüber.\*

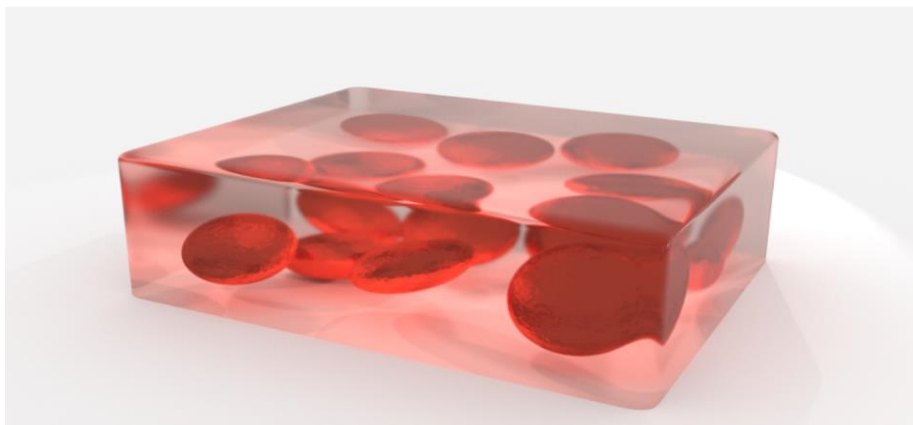
### Hochschulkommunikation

Leiter Hochschulkommunikation  
und Pressesprecher  
Dr. Hans-Herwig Geyer

Kontakt  
T 0711 685-82555

Ansprechpartnerin  
Andrea Mayer-Grenu

Kontakt  
T 0711 685-82176  
F 0711 685-82291  
hkom@uni-stuttgart.de  
www.uni-stuttgart.de



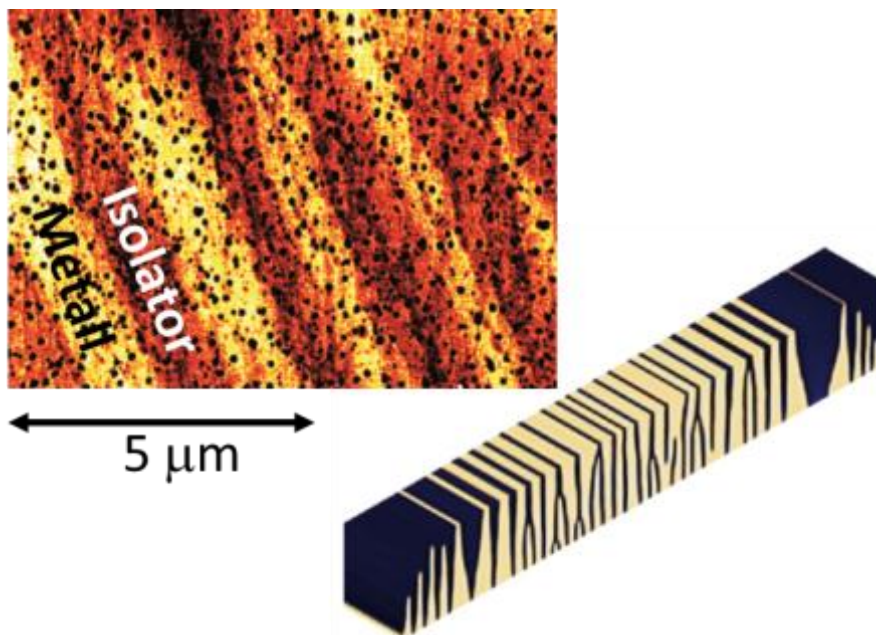
Diskusförmige Metalltröpfchen beim Phasenübergang von VO<sub>2</sub>-Filmen. Illustration:  
Universität Stuttgart/PI 1

Ausgangspunkt der Untersuchungen war der Phasenübergang vom isolierenden Vanadiumdioxid (VO<sub>2</sub>) zu einem Metall bei circa 70 Grad Celsius. Sieht man sich die optische Polarisation des Lichtes bei diesem Übergang genau an, so erkennt man, dass sich zuerst kleine metallische



Tröpfchen unter einem Mikrometer in der isolierenden Phase bilden, die mit zunehmender Temperatur wachsen. Kühlt man dann wieder ab, so nehmen sie die platte Form eines Diskus an. Das reflektierte Licht hat eine völlig andere Polarisation, je nachdem ob man abkühlt oder aufwärmt. Aus diesem Unterschied kann auf die Form und Dichte der metallischen Tröpfchen direkt am Phasenübergang geschlossen werden. Eine vollständige theoretische Beschreibung liegt zwar noch nicht vor, aber man sieht schon, dass die Dicke des Films einen großen Einfluss auf die Form der Tröpfchen hat.

### Muster wie Zebrastrreifen



Metallische und isolierende Streifen bilden ein Zebromuster am Phasenübergang eines molekularen Kristalls. Illustration: Universität Stuttgart/PI 1

Da die Strukturen am Phasenübergang von Metallen zu Isolatoren meist kleiner sind als die Wellenlänge des Lichts, kann man sie nicht mit einem normalen Mikroskop beobachten. Daher nutzten die Stuttgarter Physiker ein Nahfeld-Mikroskop. Bei diesem macht man sich zunutze, dass eine atomar dünne Spitze ganz knapp über dem Material Licht streut und tiefe Blicke in die lokalen elektronischen Eigenschaften gibt. So konnten die Wissenschaftler auch an einem molekularen Kristall den Metall-Isolator-Phasenübergang untersuchen, der dort bei -138 Grad Celsius auftritt. Sie sahen ein gestreiftes Muster von abwechselnd



metallischen und isolierenden Regionen, die nicht breiter als ein Mikrometer sind. Diese bilden sich aufgrund der anomalen thermischen Ausdehnung und Verspannungen entlang einer Kristallachse aus und erinnern an die Streifen eines Zebras. Das zufällige Entstehen und die allmähliche Ausbildung mit Änderung der Temperatur können gut mathematisch simuliert werden. „Es scheint als hätten die Stuttgarter Physiker einen ganz neuen Aspekt elektronischer Materialien entdeckt, die aufgrund ihrer Wechselwirkung faszinierende Strukturen bilden“, so Studienleiter Prof. Martin Dressel.

**\*Originalpublikationen:**

Andrej Pustogow, Alex S. McLeod, Yohei Saito, Dmitri N. Basov, and Martin Dressel: Internal Strain Tunes Electronic Correlations on the Nanoscale, *Science Advances* 4, eaau9123 vom 14. Dezember 2018  
<http://advances.sciencemag.org/content/4/12/eaau9123>

Ievgen Voloshenko, Florian Kuhl, Bruno Gompf, Angelika Polity, Gabriel Schnoering, Audrey Berrier, and Martin Dressel: Microscopic nature of the asymmetric hysteresis in the insulator-metal transition of VO<sub>2</sub> revealed by spectroscopic ellipsometry, *Applied Physics Letters* 113, 201906 (2018) <https://aip.scitation.org/doi/10.1063/1.5055296>

Commented by Mary Alexandra Agner: Structure of metallic inclusions in vanadium dioxide influences its insulator-to-metal transition featured, <https://aip.scitation.org/doi/10.1063/1.5081447>

**Fachlicher Kontakt:**

Prof. Dr. Martin Dressel, Universität Stuttgart, 1. Physikalisches Institut, Tel.: +49 (0) 711-685 64946, Email: [dressel \(at\) pi1.physik.uni-stuttgart.de](mailto:dressel@pi1.physik.uni-stuttgart.de)

**Medienkontakt:**

Andrea Mayer-Grenu, Universität Stuttgart, Hochschulkommunikation, Tel.: +49 (0)711/685 82176, Mail: [andrea.mayer-grenu \(at\) hkom.uni-stuttgart.de](mailto:andrea.mayer-grenu@hkom.uni-stuttgart.de)