

Pressemitteilung**Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg****Manuela Bank**

10.10.2013

<http://idw-online.de/de/news555766>Forschungsergebnisse, Wissenschaftliche Publikationen
Chemie, Physik / Astronomie
überregional**In „Nature“ publiziert: Forscher der Universität Halle entdecken neue Klasse der Quasikristalle**

Wissenschaftlern der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (MLU) ist eine Sensation gelungen: Die Forscher um den Physiker Prof. Dr. Wolf Widdra konnten zeigen, dass es möglich ist, aus Oxiden einen Quasikristall aufzubauen. Solche Strukturen waren bisher nur bei wenigen Metalllegierungen und sehr weichen Kolloidsystemen zu finden. Die auf deren Basis entwickelten Materialien haben ungewöhnliche und technologisch hochinteressante Eigenschaften. Die Entdeckung der halleschen Forscher erweitert das Anwendungsspektrum dieser neuen Materialien deutlich. Ihre Ergebnisse sind in der aktuellen Ausgabe der renommierten Fachzeitschrift „Nature“ veröffentlicht.

Lange Zeit hatten Forscher geglaubt, dass Kristalle immer regelmäßig und in einer periodisch wiederkehrenden Struktur aufgebaut sind. Erst die 2011 mit dem Nobelpreis für Chemie ausgezeichneten Arbeiten des israelischen Physikers Dan Shechtman konnten zeigen, dass es auch andere Kristallformen gibt, die vorher unvorstellbar waren und zum Beispiel fünfeckige Kristallflächen aufweisen. Diese als Quasikristalle bezeichneten Kristall-Strukturen haben ein geordnetes Gitter, das sich aber nirgends wiederholt. Man nennt sie deshalb auch aperiodische Kristalle.

Das Team um Prof. Dr. Wolf Widdra hat für die Forschung nun neue Türen aufgestoßen, da die Wissenschaftler erstmals nachweisen konnten, dass auch Oxide eine quasikristalline Struktur ausbilden können („Nature“-Ausgabe vom 10.10.2013, 10.1038/nature12514). Das gelang ihnen in dünnen Schichten, die auf einer Metallunterlage präpariert worden waren. Die gefundene quasikristalline Oxidschicht ist nur wenige Atomdurchmesser dick, bildet sich aber perfekt aus, wie Elektronenbeugung und atomar aufgelöste Mikroskopie zeigen.

Seit der Entdeckung des Graphens, eines atomar dünnen Kohlestoffkristalls, durch Konstantin Novoselov und André Geim, denen 2010 der Nobelpreis für Physik zuerkannt wurde, sind Materialien mit einem zweidimensionalen Charakter ein sich weltweit stark entwickelndes Forschungsgebiet in den modernen Materialwissenschaften. Die Entdeckung der halleschen Wissenschaftler fügt dieser Entwicklung ein weiteres wichtiges Kapitel hinzu: „Es ist die zweidimensionale Grenzfläche zwischen Oxid und Metall, der Wettstreit zwischen unterschiedlicher Materialien und Symmetrien an dieser Grenzfläche, der diese quasikristallinen Oberflächen erst entstehen lässt. Ohne diesen Wettstreit würden sich nur ganz normale und bekannte kubische Oxidkristalle ausbilden“, erläutert Widdra, der auch Fellow am Max-Planck-Institut für Mikrostrukturphysik in Halle ist.

Die halleschen Wissenschaftler beobachteten zunächst ungläubig, dass Bariumtitanat, das normalerweise eine Perowskit-Struktur ausbildet, bei Abscheidung auf einem Platinkristall unter hohen Temperaturen ein ungewöhnliches Elektronenbeugungsmuster zeigt – was auf eine aperiodische Anordnung der Atome hindeutet. Aufklärung brachte die direkte Abbildung des atomaren Aufbaus der Schicht mit Hilfe der Rastertunnel-mikroskopie durch Stefan Förster, einen Mitarbeiter der Arbeitsgruppe. Er bestätigte das tatsächliche Vorliegen einer aperiodischen Struktur und konnte zeigen, dass die dreieckigen und quadratischen atomaren Strukturen ein sich nicht wiederholendes quasikristallines Fliesenmuster bilden.

Die im Muster auftretende Selbstähnlichkeit der Struktur ist dabei ein Charakteristikum des Quasikristalls, die die halleschen Wissenschaftler auf atomarer Skala zeigen können: Quadrate und Dreiecke bilden um den magischen Faktor $2 + \text{Quadratwurzel aus } 3$ größere Strukturen, die wiederum in quadratischen und dreieckigen Anordnungen vorliegen und mit ähnlicher Bauvorschrift noch größere Strukturen bilden, die selbst wieder Ausgangspunkt für Quadrate und Dreiecke sind.

Solch eine vollständige Belegung einer Fläche mit unterschiedlichen „Fliesen“ gilt seit Jahrhunderten als eine künstlerisch und mathematisch anspruchsvolle Aufgabe, wie sie schon in Johannes Keplers 1619 veröffentlichtem Werk „Harmonices Mundi“ nachzulesen ist. Fliesenmuster mit sich nicht wiederholenden, also aperiodischen, Strukturen finden sich schon in der islamischen Architektur des Mittelalters, wie dem Darb-i-Imam-Schrein aus Isfahan (Iran). Ihre Bauvorschrift wurde jedoch erst 1974 durch den britischen Mathematiker Roger Penrose gefunden.

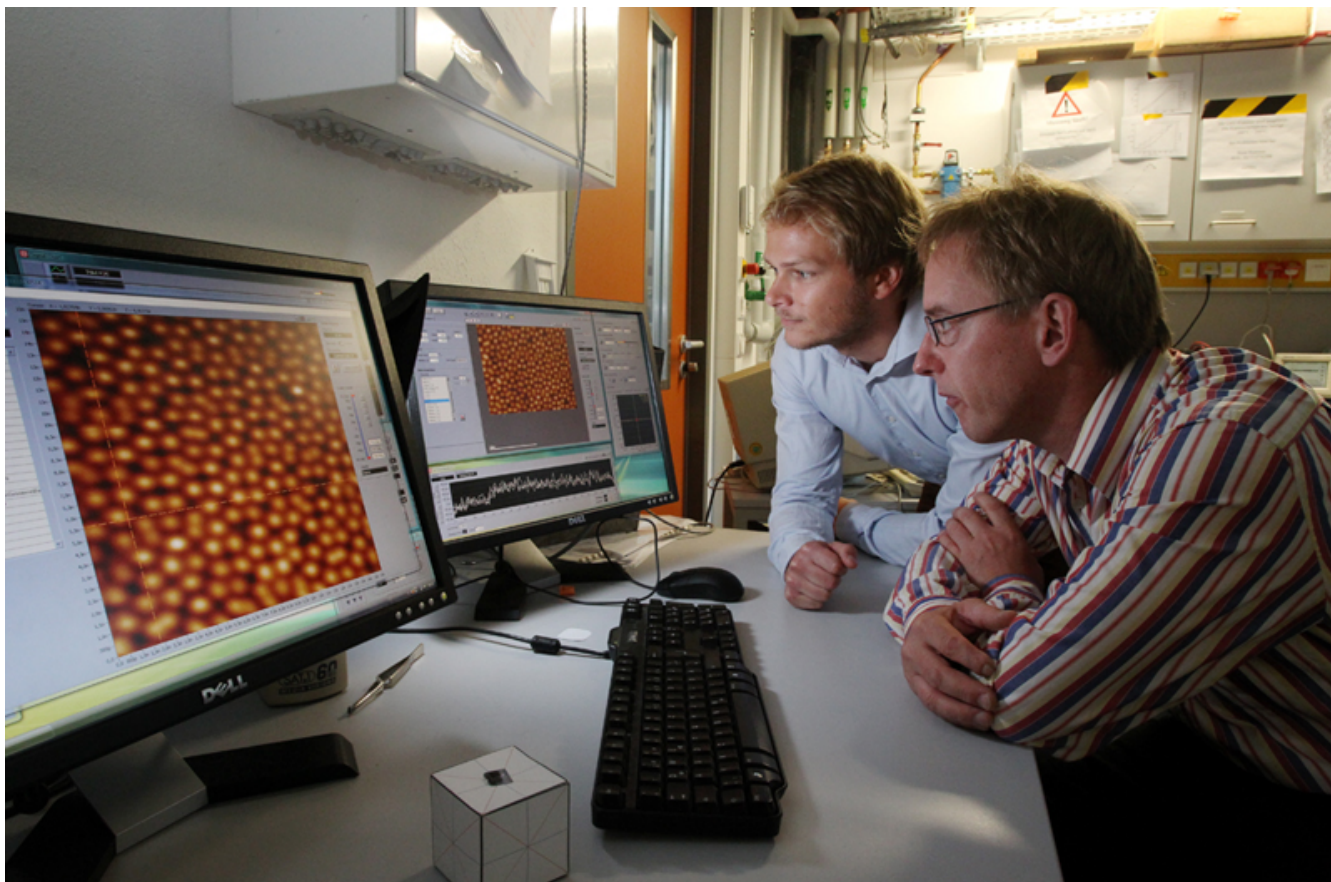
Neben ihrem ästhetischen Reiz besitzt die gefundene quasikristalline Oxidschicht aber vor allem ein großes Potenzial für technische Anwendungen. Denn solche Oxidschichten können viele ungewöhnliche Eigenschaften der Quasikristalle - sehr niedrige Reibung, geringe Haftung an der Oberfläche und niedrige Wärmeleitung - nun mit der Vielzahl der Eigenschaften der Perowskit-Oxide vereinen.

Bereits bekannte Eigenschaften von metallischen Quasikristallen finden auch im Alltag Anwendung: So sind antihaftende Beschichtungen für Bratpfannen aus solchen Materialien im Gegensatz zu Teflon gleichzeitig kratzfest. Quasikristall-beschichtete Klingen in Rasierapparaten sind härter und länger funktionsfähig. Die nun entdeckten Oxid-basierten Quasikristallschichten können chemisch stabiler als die bisherigen Metalllegierungen sein und Werkstoffe, wie etwa Turbinenschaufeln widerstandsfähiger gemacht. Neue, ultradünne und chemisch stabile Oberflächenbeschichtungen ermöglichen zudem einen breiten Einsatz für biokompatible Werkstoffe, zum Beispiel im Bereich der modernen Implantationsmedizin.

Entdeckt wurden die quasikristallinen Oxidschichten bei Forschungsarbeiten im Sonder-forschungs-bereich (SFB) 762 „Funktionalität oxidischer Grenzflächen“, an dem neben den Instituten für Physik und Chemie der MLU auch das Max-Planck-Institut für Mikrostrukturphysik Halle und die Universität Leipzig beteiligt sind. Der SFB 762 ist Angelpunkt des Forschungsschwerpunktes „Nanostrukturierte Materialien“ der MLU, der auch durch das Land Sachsen-Anhalt gefördert wird.

Ansprechpartner:
Prof. Dr. Wolf Widdra
Leiter der Fachgruppe Oberflächen- und Grenzflächenphysik
Telefon: 345 55 25360
E-Mail: wolf.widdra@physik.uni-halle.de

Angaben zur Publikation:
Quasicrystalline structure formation in a classical crystalline thin-film system,
Stefan Förster, Klaus Meinel, René Hammer, Martin Trautmann, Wolf Widdra,
Nature 2013, 502, 215–218.
DOI: [10.1038/nature12514](https://doi.org/10.1038/nature12514)



Den Strukturen der Quasikristalle auf der Spur: Doktorand René Hammer und Prof. Dr. Wolf Widdra (v.l.)
Foto: Uni Halle/Maike Glöckner