

# Wissen

## Sein Forschungsziel: Farbenpracht

**Treffen mit** Der Chemieprofessor Maksym Kovalenko von der ETH Zürich hat in brillanten Farben leuchtende Nanokristalle entwickelt. Sie versprechen hellere und farbintensivere Bildschirme. Dafür wurde er jüngst mit dem Rössler-Preis ausgezeichnet.

Joachim Laukenmann

Maksym Kovalenko kramt in einer Papiertüte und bringt eine Taschenlampe zum Vorschein. Es ist keine gewöhnliche Lampe, sondern eine, wie sie auch zum Prüfen von Geldscheinen oder Pässen verwendet werden kann: Sie sendet UV-Licht aus. Damit bestrahlt er kleine Reagenzgläser auf dem Tisch, in denen transparente Gele stecken. Unter dem UV-Licht der Taschenlampe leuchtet jedes Gel in einer anderen reinen, strahlenden Farbe auf.

Was da so brillant leuchtet, ist eine Entwicklung von Kovalenko, für die der Chemieprofessor der ETH Zürich kürzlich mit dem Rössler-Preis ausgezeichnet wurde. Der mit 200 000 Franken Forschungsgeld dotierte, jährlich vergebene Preis wurde 2008 vom ETH-Alumnus Max Rössler gestiftet, um junge ETH-Forschende zu unterstützen. Der aus der Ukraine stammende Kovalenko ist 36 Jahre alt. Vor vier Jahren entwickelte er die hinter den unglaublich satten Farben steckende Technologie. Sie verspricht unter anderem heller und farbenprächtiger leuchtende Bildschirme, die auch noch deutlich kostengünstiger und energieeffizienter sein sollen als heutige Modelle.

Kovalenko giesst Mineralwasser in zwei Gläser, setzt sich und erklärt Schritt für Schritt, was es mit den Farben auf sich hat. Im Grunde handle es sich um winzige Kristalle aus halbleitendem Material, ähnlich dem, das auch in Halbleiterchips für Computer zum Einsatz kommt. Die einzelnen Kristalle sind nur wenige Nanometer gross, also zigtausendmal kleiner als der Durchmesser eines menschlichen Haars. Das Spezielle daran: Ein solcher Nanokristall besteht zwar aus einigen Hundert bis Tausend Atomen, er verhält sich aber wie ein einzelnes künstliches Atom. In der Fachwelt werden diese Nanokristalle als «Quantenpunkte» bezeichnet.

### Designte Kunst-Atome

Wie bei normalen Atomen nehmen die Elektronen auch bei diesen künstlichen Atomen gewisse Energieniveaus ein. Wird ein Quantenpunkt zum Beispiel mit UV-Licht angeregt, wird ein Elektron auf ein höheres Energieniveau gehoben. Fällt das Elektron wieder auf ein tieferes Niveau zurück, strahlt der Quantenpunkt Licht einer entsprechenden Wellenlänge ab. Aber im Gegensatz zu einem normalen Atom lässt sich das künstliche Atom nach Belieben designen: Über die Grösse und die chemische Zusammensetzung des Nanokristalls können die Forscher die Farbe des abgestrahlten Lichts steuern.



Chemieprofessor Kovalenko in einem seiner Labors an der ETH. Foto: Andrea Zahler

An sich sind leuchtende Quantenpunkte nicht neu. Manche finden sich sogar bereits in LCD-Displays. Aber die bisherigen Quantenpunkte mussten aufwendig mit Atomen einer anderen Sorte ummantelt werden, damit sie zum Leuchten gebracht werden können. Kovalenko hat entdeckt, dass Quantenpunkte aus gewissen Kristallen, den sogenannten Metall-Halogenid-Perovskiten, auch ohne Ummantelung leuchten und auf diese Weise viel einfacher herzustellen und leichter zu handhaben sind. Diese

Nanokristalle haben sich auch als sehr effiziente Licht-Emittenten entpuppt: Jeder dieser neuartigen Quantenpunkte sendet bis zu 10 Milliarden einzelne Lichtteilchen pro Sekunde aus. Das ist viele Grössenordnungen mehr als frühere Quantenpunkte. Daher die hohe Brillanz der Farben. «Unsere Quantenpunkte leuchten in den reinsten Farben, reiner als jene, die man bisher kannte», sagt Kovalenko.

Man kann die zunächst als Pulver vorliegenden Quantenpunkte in einer



Reagenzgläser mit brillant leuchtenden Nanokristallen von Kovalenko. Foto: L. Protesescu, N. Schwitz

Flüssigkeit lösen. Dann leuchtet diese unter UV-Licht. Oder man bringt sie in ein Polymer ein, dann erhält man einen leuchtenden Kunststoff. «Man bräuhete nur ein paar Milligramm dieser Quantenpunkte, um das Display eines Fernsehers heller und farbintensiver zu machen», sagt Kovalenko. Bereits in ein bis drei Jahren, meint der Chemiker, könnten entsprechende, viel effizientere LCD-Displays auf den Markt kommen. Interessant sei das von den Quantenpunkten abgestrahlte Licht auch für die Informationstechnologie – etwa zur abhörsicheren Verschlüsselung von Daten mit quantenphysikalischen Methoden. Aber dafür sei noch einiges an Grundlagenforschung nötig.

### Kinderbuch über Chemie

Kovalenko wurde im Süden der Ukraine geboren – dort, wo der Fluss Dnepr ins Schwarze Meer mündet. «Eine landschaftlich sehr reizvolle Region.» Vater und Mutter sind Ärzte, er ein Einzelkind. Als er sechs Jahre alt war, zog die Familie in die Nähe der Stadt Czernowitz im Westen der Ukraine. «Im Alter von zwölf Jahren fand ich in der örtlichen Bibliothek ein Buch über anorganische Chemie für Kinder», sagt Kovalenko. «Das hat mir gezeigt, dass Chemie hinter vielen Phänomenen steckt, die wir tagtäglich beobachten.» Von nun an war klar, was er wollte: Chemie studieren.

Ab dem Alter von 14 Jahren nahm er an Chemieolympiaden teil. Mehr als der Wettstreit an sich hat ihm gefallen, dass er Fachliteratur lesen konnte, die weit über den Inhalt der Schulbücher hinausging. «Ich musste in die Universitätsbibliothek gehen, um Bücher zu bekommen, mit denen ich die Probleme lösen konnte», sagt Kovalenko. «Bereits als Teenager wusste ich mehr als ein gewöhnlicher Chemiestudent. Das empfand ich schon als recht cool.»

Chemie studiert hat er dann in Czernowitz. 2004 ging er für die Doktorarbeit nach Linz. Nach einem Aufenthalt als Nachwuchsforscher an der University of Chicago wechselte er 2011 als Assistenzprofessor an die ETH Zürich. Dort leitet er als ausserordentlicher Professor die Gruppe für Anorganische Funktionsmaterialien im Departement Chemie und angewandte Biowissenschaften. Er lebt mit seiner Frau – einer Chemikerin, die an der Empa in Dübendorf arbeitet – und der 14-jährigen Tochter in Zürich. Sein Heimatland würde er gerne politisch näher bei Europa sehen, sagt Kovalenko. Er weist auf eine grosse Weltkarte an der Wand seines Büros. «Nicht nur die Ukraine, sondern mindestens bis zum Ural gehört eigentlich alles zu Europa. Aber davon sind wir weit entfernt. Es sind die falschen Personen an der Macht.»

Die Tätigkeit an der Spitze der Wissenschaft empfindet Kovalenko, was den Zeitbedarf, die mentale Energie und die körperliche Leistung anbelangt, als sehr fordernd. «Seit einigen Jahren mache ich etwas für meine Fitness, um diese Anforderungen besser bewältigen zu können. Was ich an Freizeit finden kann, teile ich auf zwischen Familie und Sport.» Er gehe joggen und schwimmen. Am Tür Rahmen in seinem Büro hat er eine Reckstange installiert. «Früher habe ich auch fast professionell Schach gespielt. Aber dafür habe ich leider keine Zeit mehr.»

Mit dem Geld des Rössler-Preises möchte Kovalenko Studenten und Doktoranden unterstützen, die zu den Quantenpunkten forschen und Ideen haben, «die interessant, aber mit einem grossen Risiko behaftet sind». Es sei oft schwierig, für solche riskanten, aber verheissungsvollen Vorhaben Forschungsgelder aufzutreiben. Da komme der Rössler-Preis wie gerufen.

Exponat

## Die Geheimnisse des Wassertropfens

Er soll in diesen heissen Tagen gewürdigt werden. Der Wassertropfen. Ob vom Himmel oder vom Wasserhahn – er und die Myriaden anderen haben uns gerettet. Haben die nötige Kühlung gebracht, ausgetrocknete Kehlen befeuchtet, den grossen Durst gelöscht.

Besonders der Regentropfen inspirierte manchen klassischen Dichter, Frédéric Chopin widmete ihm sogar eine Komposition – zumindest dem überlieferten Namen nach. Der polnische Komponist bestätigte jedoch nie die Interpretation, das Klopfen der Regentropfen auf sein Hausdach bei einem Unwetter habe ihn zur «Regentropfen-Prélude» beflügelt. Auch Maler bedienen sich gern der

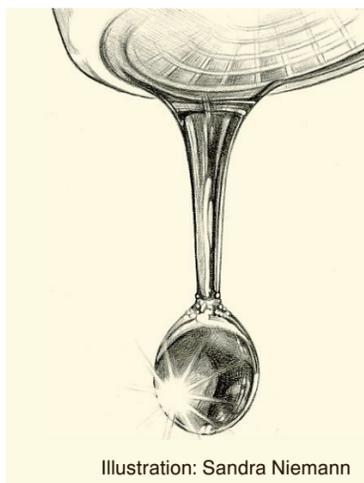


Illustration: Sandra Niemann

Tropfen. Als Tränen fallen sie dann vom Himmel.

Wer weiss, wann die Menschen diese Vorstellung eines Regentropfens in den Köpfen speicherten. Die liebliche Form der Träne hat sich jedenfalls bis heute gehalten, auf Wetterkarten, in der Werbung oder in Kinderbüchern. Mit gutem Willen lässt sich ein Wassertropfen als kugelige Form beschreiben, wenn er sich bei einem tropfenden Hahn allmählich vom «Wasserfaden» abschnürt.

Aber grundsätzlich muss seine Idee revidieren, wer noch an die rührenden Tränen glaubt. Vor allem bei Regentropfen. In der Wolke mögen sie noch annähernd eine runde Form aufwei-

sen. Dort gefrieren sie auf der Oberfläche von Staubpartikeln, Russ und Salzteilchen. Sie wachsen und fallen Richtung Erde, sobald sie schwer genug sind. Spätestens dann ist es geschehen um die Rundungen. Die Regentropfen verformen sich auf ihrer schnellen Reise durch den Luftwiderstand. Sie werden auseinandergezwängt. Manche reden von der wenig romantischen Form des «Hamburger», andere von Pfannkuchen.

Aber nicht nur das Aussehen muss revidiert werden. Auch die logische Annahme, dass kleinere Tropfen weniger schnell sind als grössere. Amerikanische Forscher entdeckten vor wenigen Jahren überraschend: Je nach Wetter gibt es Regentropfen,

die über dem erwarteten Tempo nach unten sausen. Warum? Das bleibt vorerst ein Rätsel.

Auch akustisch gibt es Unerwartetes zu berichten. Das nervige «Plopp», wenn Wassertropfen eines undichten Wasserhahns in den Wasserkübel platschen, entsteht nicht beim Auftreffen auf das Wasser im Eimer. Es ist eine Luftblase unter der Einwölbung, die beim Aufprall auf der Wasseroberfläche für Sekundenbruchteile entsteht. Sie gibt ihre Schwingungen an die Unterseite der Delle weiter. Das macht den speziellen Ton.

Der Wassertropfen ist ein Phänomen.

Martin Läubli