

Facettenreiches Weißpigment

Die Leitfähigkeit von Zinkoxyd ist einfach zu realisieren

Zinkoxyd ist ein unter Künstlern geschätztes Weißpigment. Das Metalloxyd, das unzermahlen in farblosen Kristallen vorliegt, findet aber auch andere Verwendung, etwa als Katalysator, in Dünnschicht-solarzellen oder bei der Herstellung von Leuchtdioden und Flüssigkristallbildschirmen. Chemiker der Universität Bochum haben nun eine weitere Facette der Substanz entdeckt: Die Oberfläche von Zinkoxyd läßt sich auf einfache Weise elektrisch leitfähig machen. Der Effekt tritt auf, wenn Wasserstoffatome bei Raumtemperatur mit der Oberfläche des Halbleiters reagieren.

In einem Zinkoxydkristall ist jedes Atom mit jeweils vier Nachbarn verbunden. An der Oberfläche jedoch besitzt jedes Teilchen nur drei Bindungspartner. Setzt man eine solche Oberfläche Wasserstoffatomen aus, verbindet sich erwartungsgemäß jedes Zink- oder Sauerstoffteilchen mit genau einem Wasserstoffatom und erhält somit ebenfalls einen vierten Bindungspartner. Wie die Forscher um Christof Wöll herausfanden, findet dieser Vorgang jedoch nur statt, wenn das Zinkoxyd gekühlt wird. Bei Raumtemperatur, so stellten die Chemiker fest, sind lediglich die Sauerstoffteilchen an der Kristalloberfläche mit Wasserstoff verbunden („Physical Review Letters“, Bd. 95, S. 266104). Die Zinkteilchen bleiben hingegen „frei“. Dadurch bleiben ungepaarte Elektronen zurück, die den elektrischen Strom leiten können.

Die Geschehnisse an der Kristalloberfläche ermittelten die Wissenschaftler un-

ter anderem mit Beugungsexperimenten. Dabei lenkten sie einen Strahl niederenergetischer Heliumatome auf die zu untersuchende Oberfläche. Aus dem Beugungsmuster des reflektierten Strahls konnten sie wichtige Strukturdetails ablesen. Eine weitere Bestätigung für ihr Bild von der leitfähigen Zinkoxydoberfläche erhielten die Forscher, als sie das Verhalten des Kristalls gegenüber Kohlenmonoxyd untersuchten. Dessen Moleküle sollten sich nur mit freien Zinkatomen verbinden. Genau dieses Verhalten beobachteten die Wissenschaftler an ihrem Kristall. Ein davon unabhängiges Indiz für die freien Zinkatome lieferten quantenmechanische Berechnungen. Die Zinkteilchen einer gekühlten Halbleiterprobe, die sämtlich mit Wasserstoffatomen verbunden sind, adsorbierten dagegen kein Kohlenmonoxyd, wie die Forscher herausfanden.

Oxyde sind normalerweise Halbleiter oder Isolatoren. Es gibt jedoch Ausnahmen: Indium-Zinn-Oxyd, meist als Ito abgekürzt, leitet den elektrischen Strom und ist zudem transparent. Deshalb wird es beispielsweise als leitende Schicht in Solarzellen verwendet. Dabei wird das Indium-Zinn-Oxyd auf eine Oberfläche – etwa aus dem häufig genutzten Zinkoxyd – aufgedampft. Wie die Ergebnisse der Bochumer Wissenschaftler zeigen, ist die Leitfähigkeit auf der Oberfläche eines farblosen und transparenten Zinkoxydkristalls einfacher zu erreichen. Ihre Beobachtungen sind im übrigen auch für die Konstruktion und das Verständnis von Wasserstoffsensoren von Interesse, die auf Zinkoxyd basieren. ubi