

## Licht ermöglicht „unmögliches“ n-Dotieren von organischen Halbleitern für Leuchtdioden oder Solarzellen

**Organische Halbleiter mit negativen Ladungen zu dotieren, ist besonders schwierig. Nun hat ein deutsch-amerikanisches Forschungsteam zu einem Trick gegriffen: Im ersten Schritt koppelten sie die empfindlichen Ladungsspender-Moleküle (n-Dotanden) paarweise zu Dimeren, die viel stabiler sind. Diese Dimere ließen sich in organische Halbleiter einbringen, trugen allerdings nicht zur Leitfähigkeit bei. Das veränderte sich nach einer kurzen Bestrahlung mit Licht. Das Team zeigte, dass Licht in einem mehrstufigen Prozess die Dimere wieder in einzelne n-Dotanden-Moleküle zerlegt. Dadurch erhöhte sich die Leitfähigkeit des organischen Halbleiters um den Faktor hunderttausend. Die Ergebnisse wurden nun in Nature Materials publiziert.**

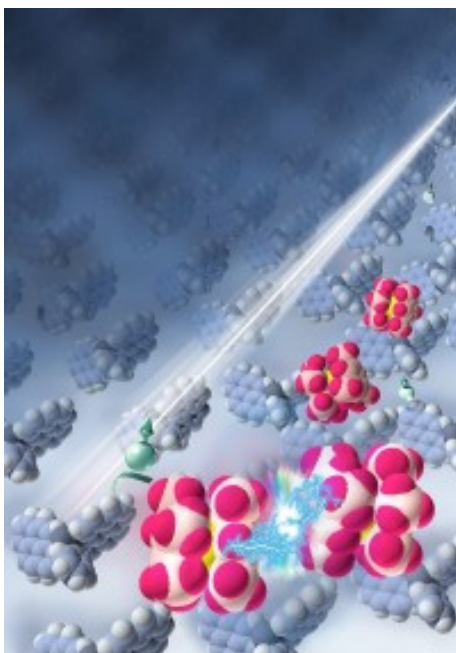


Image by Jing Wang and Xin Lin

Halbleiter-Bauelemente werden überall eingesetzt, nicht nur in Mikrochips, sondern auch Solarzellen, die Licht in elektrische Energie umwandeln und in vielen anderen Anwendungen des täglichen Lebens. In den letzten Jahren werden verstärkt auch organische Halbleitermaterialien untersucht und weiterentwickelt. Auch ihre Eigenschaften basieren auf dem gezielten Einbau von einer geringen Anzahl fremder Atome oder Moleküle, was ihre Leitfähigkeit präzise einstellbar macht.

Für interessante Anwendungen benötigt man jedoch sowohl sogenannte p-dotierte als auch n-dotierte Halbleiterschichten, die miteinander zu den entsprechenden Bauelementen kombiniert werden. Bei organischen Halbleitern ist es jedoch extrem schwierig, eine n-Dotierung zu erreichen. Denn dies erfordert den Einbau einer bestimmten Klasse von organischen Moleküle, welche sich unter Umgebungsbedingungen (Sauerstoff, Feuchtigkeit) sehr rasch zersetzen.

In einem jüngst in Nature Materials erschienenen Beitrag, hat ein deutsch-amerikanisches Team einen neuen Ansatz ausprobiert, um organische Halbleiter mit n-Molekülen zu dotieren. An der Arbeit waren Gruppen aus dem Georgia Institute of Technology, der Princeton University, der Humboldt-Universität zu Berlin

sowie dem Helmholtz-Zentrum Berlin beteiligt.

Der neue Ansatz besteht aus zwei Schritten. Im ersten Schritt wurden organometallische Moleküle, die n-Dotanden, zu einem so genannten Dimer verbunden. Dieses gekoppelte Molekül ist im Gegensatz zu den Ausgangsmolekülen relativ stabil und lässt sich unzerstört in den organischen Halbleiter einbringen; allerdings eignet es sich nicht als n-Dotand und setzt keine negativen Ladungen frei.

Der revolutionäre zweite Schritt bestand nun darin, das Gemisch zu beleuchten. Die einfallenden Photonen zerlegen die Dimere in einem Mehrstufenprozess wieder in die aktiven Ausgangsmoleküle, die dann ihre Wirkung als n-Dotanden voll entfalten konnten.

„Durch die Aktivierung der Dotanden mit Licht konnten wir die Leitfähigkeit von organischen Halbleitern um fünf Größenordnungen steigern! Dies könnte die Effizienz von organischen Leuchtdioden und Solarzellen deutlich erhöhen“, sagt Prof. Antoine Kahn von der Princeton University, der das Projekt koordinierte.

„Diese Forschungsarbeit ermöglicht eine weitaus einfachere Herstellung von n-dotierten organischen Halbleitermaterialien für vielfältigste Anwendungen. Dabei kann der kritische Schritt - nämlich die Zerlegung der Dimer-Moleküle mit Licht - auch nach der Verkapselung geschehen - sodass die Dotier-Moleküle geschützt bleiben. Dies wird auch die Lebensdauer solcher Bauelemente erhöhen“, erklärt **IRIS Adlershof**-Mitglied Prof. Norbert Koch, der die gemeinsame Forschungsgruppe „Molekulare Systeme“ von HU Berlin und HZB leitet.

**Beating the thermodynamic limit with photo-activation of n-doping in organic semiconductors using “hyper-reductants”**

X. Lin, B. Wegner, K.M. Lee, M.A. Fusella, F. Zhang, K. Moudgil, B.P. Rand, S. Barlow, S.R. Marder, N. Koch, A. Kahn

*Nature Materials* 16 (2017) 1209-1215

DOI: 10.1038/nmat5027