

## Dortmunder Physiker entschlüsseln Geheimnisse der Exzitonen-Dynamik!

Die TU Dortmund präsentiert bahnbrechende Forschung zu Exzitonen in Halbleitern, die für Quantenanwendungen entscheidend sind.



**Dortmund, Deutschland** - Die Forschung zu Exzitonen, quasiteilchenhaften Bindungen aus negativ geladenen Elektronen und positiv geladenen Löchern in Halbleitern, hat in den letzten Jahren große Fortschritte gemacht. Ein neues Projekt an der **Technischen Universität Dortmund** zielt darauf ab, das Verhalten dieser Exzitonen besser zu verstehen, da sie eine zentrale Rolle im Energietransport von optoelektronischen Bauelementen und in der Entwicklung quantentechnologischer Anwendungen spielen.

Traditionell wurden Exzitonen und ihre Eigenschaften durch Spektroskopie-Techniken untersucht, die hauptsächlich lineare Reaktionen analysierten. Die Dortmunder Forscher jedoch haben

sich darauf konzentriert, nichtlineare Reaktionen in der Exzitonendynamik zu entschlüsseln und dabei beeindruckende Ergebnisse erzielt. Sie haben entdeckt, dass die optischen Eigenschaften von Exzitonen in Abhängigkeit von der Stärke der Anregung skalieren und dass diese nichtlinearen Effekte auch in anderen Bereichen, wie der Akustik etwa bei elektrischen Gitarren, von Bedeutung sind.

## **Neue Erkenntnisse zur Exzitonendynamik**

Im Zuge ihrer Untersuchungen setzten die Physiker zeitaufgelöste optische Spektroskopie ein, um die nichtlinearen Effekte der Exzitonen zu beobachten. Ein Terahertz-Feld wurde verwendet, um spezifische Verzerrungen zu untersuchen, die sich bei Exzitonen anders verhalten als bei freien Elektronen. Die Forscher konnten vielfältige Erkenntnisse über die Dynamik von Exzitonen in Kupferoxid ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ) gewinnen, insbesondere, dass Exzitonen bereits wenige Pikosekunden nach der optischen Erzeugung freier Elektronen und Löcher entstehen.

Zusätzlich wurden einfache experimentelle Kriterien gefunden, die eine Unterscheidung zwischen Exzitonen und freien Elektronen sowie Löchern ermöglichen. Diese Erkenntnisse sind von Interesse für zukünftige Forschungen zur Dynamik von Exzitonen und könnten weitreichende Anwendungen in der Technologie haben.

## **Halbleiter-Nanopartikel und ihre Eigenschaften**

Ein weiteres wichtiges Forschungsfeld wird von der **Technischen Universität Berlin** abgedeckt, wo die einzigartigen optischen und elektronischen Eigenschaften von Halbleiter-Nanopartikeln untersucht werden. Diese Eigenschaften sind das Ergebnis starker räumlicher Einschränkungen und ermöglichen eine Anpassung der elektronischen Struktur durch Variation in Größe und Form der

Partikel. Dies führt zu hohen nichtlinearen Koeffizienten, die für Anwendungen in der optischen Datenspeicherung und der biologischen Zellabbildung genutzt werden können.

Die Nanopartikel erzeugen Exzitonen, deren Interaktionen mit Phononen das Diffusions- und Beweglichkeitsverhalten erheblich beeinflussen. Besondere Aufmerksamkeit gilt den Temperatur- und größenabhängigen Emissions-Satelliten, die durch Photolumineszenzspektren nachgewiesen werden konnten. Des Weiteren wurde gezeigt, dass die Emission von CdSe Nanoplättchen durch elektrische Felder modifiziert werden kann, was neue Möglichkeiten für die Entwicklung photonischer Anwendungen eröffnet.

## **Exzitonen-Fallen und Quantenverarbeitung**

Ein vielversprechender Ansatz zur Erforschung von Exzitonen bringt die **ETH Zürich** voran, wo Physiker Exzitonen-Fallen entwickelt haben. Diese Fallen basieren auf Molybdän-Diselenid, das zwischen zwei Isolatoren platziert wird. Durch Anlegen einer Spannung wird ein variierendes elektrisches Feld erzeugt, das Exzitonen effektiv einfängt. Diese Fallen eröffnen neue Perspektiven in der Quanteninformationsverarbeitung.

Die Exzitonen sind elektrisch neutral, können jedoch durch elektrische Felder polarisiert werden, was zu einem dipolaren Verhalten führt. Experimentelle Nachweise wurden durch Laserlicht unterschiedlicher Wellenlängen und Messungen der Lichtreflexion erbracht. Die Resultate zeigen, dass elektrische Felder die Bewegung der Exzitonen quantisieren und diese nur bestimmte Energiezustände einnehmen können, ähnlich wie Elektronen in einem Atom.

Diese Forschungsarbeiten an Exzitonen und Halbleitern tragen zur Weiterentwicklung zukunftssträchtiger Technologien bei und liefern wichtige Erkenntnisse für die Grundlagenforschung in den Bereichen Optoelektronik und Quantencomputing.

| Details        |                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ort</b>     | Dortmund, Deutschland                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Quellen</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://www.tu-dortmund.de">www.tu-dortmund.de</a></li> <li>• <a href="http://www.tu.berlin">www.tu.berlin</a></li> <li>• <a href="http://ethz.ch">ethz.ch</a></li> </ul> |

**Besuchen Sie uns auf: [n-ag.net](http://n-ag.net)**