

Prof. Dr. Nalbach

„Ultrafast Exciton Dynamics in Correlated Environments“

Inhaltliche Kurzbeschreibung

Die Photosynthese ermöglicht die Umwandlung von Licht, bzw. photonischer Energie, in chemische Energie, die die Pflanzen lagern und nutzen können. Hierzu wird Licht in speziellen Pigmenten der Blätter absorbiert, was zur Bildung von Exzitonen, bzw. gebundenen Elektron-Loch-Paaren, führt. Diese werden zu speziellen Reaktionszentren transportiert, wo mit ihrer Hilfe Wasser in Sauerstoff und Wasserstoff gespalten wird. Diese Prozesskette läuft analog in organischen Solarzellen ab, wo die entstehenden Exzitonen zur Trennschicht der verschiedenen dotierten Bereiche transportiert werden müssen. Die noch recht schlechte Effizienz der organischen Solarzellen rührt zum einen von großen Verlusten beim Transport der Exzitonen. Im Gegensatz hierzu ist der Exzitontransport in der Pflanze verlustfrei. Die Gründe für diesen verlustfreien Transport sind eines der großen Rätsel der Photosynthese, deren Lösung eben auch kostengünstige hocheffiziente organische Solarzellen ermöglichen könnte.

Energieerhaltung erzwingt, dass bei Verlusten von Exzitonen, die Energie entlang von Zerfallskanälen abgeführt werden muss. Entsprechend entscheidet das Vorhandensein geeigneter Zerfallskanäle über Verluste. Entscheidend hierbei sind Fluktuationen bzw. Schwingungen des molekularen Aufbaus der Pigmente und ihrer Einbindung in Proteine. Wir haben festgestellt, dass insbesondere zeitliche und räumliche Korrelationen dieser Schwingungsmoden einen großen Einfluss auf die Verlustraten haben. Das Buchkapitel fasst unserer Forschungsanstrengungen auf diesem Gebiet der letzten 10 Jahre zusammen. Es stellt zum einen unsere benutzten Methoden vor und des Weiteren werden die Einflüsse von Korrelationen auf den Exzitontransport in Modellen aufsteigender Komplexität diskutiert. Hierbei beginnen wir mit einfachen Donor-Akzeptor Modellen und gehen bis zur Beschreibung des Exzitontransports im Fenna-Matthews-Olsen Komplexes.

Buchabstract

Ultrafast Dynamics at the Nanoscale provides a combined experimental and theoretical insight into the molecular-level investigation of light-induced quantum processes in biological systems and nanostructured (bio)assemblies. Topics include DNA photostability and repair, photoactive proteins, biological and artificial light-harvesting systems, plasmonic nanostructures, and organic photovoltaic materials, whose common denominator is the key importance of ultrafast quantum effects at the border between the molecular scale and the nanoscale. The functionality and control of these systems have been under intense investigation in recent years in view of developing a detailed understanding of ultrafast nanoscale energy and charge transfer, as well as fostering novel technologies based on sustainable energy resources.