

Möge die Macht mit Dir sein!

Lichtschwert und Laserpulse



Die Stoppuhr der Quantenwelt

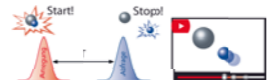
Während du diesen Satz liest, vergehen drei Sekunden. Sekunden sind eine typische Dauer für Handlungen wie das Tippen von Nachrichten auf dem Smartphone. Aber kannst du dir Ereignisse vorstellen, die schneller sind als eine Sekunde?

Deine Spielkonsole schaltet in Nanosekunden – ca. eine Milliarde Mal schneller. Aber es geht noch eine Million Mal schneller: In „Ultrakurzpulslasern“ werden Lichtblitze von der Dauer weniger Femtosekunden erzeugt!

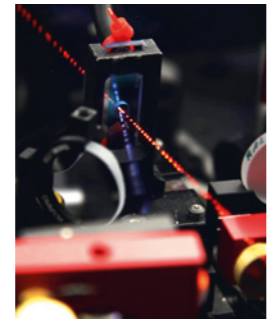
Wozu braucht man das? Man kann damit beispielsweise Prozesse in Molekülen untersuchen, den Bausteinen der Materie und des Lebens. Unsere Stoppuhr in der Quantenwelt sind Femtosekunden-Laserpulse!

→ Anrege-Abfrage-Spektroskopie an Molekülen in einer Durchflussküvette.

↑ Die Dauer eines Laserpulses mit wenigen Femtosekunden verhält sich zur Dauer des Tippens einer Textnachricht in etwa so, wie sich Letzteres zum Alter des Universums verhält.



↑ Konzept der Anrege-Abfrage-Spektroskopie: Ein Laserpuls regt das Quantensystem an, und ein zweiter Laserpuls fragt den Systemzustand nach einer Zeit T ab. Dadurch lässt sich die Dynamik verfolgen.



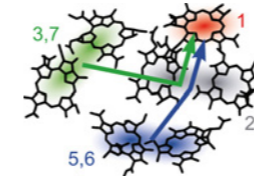
Viele Wege führen zum Ziel

Bei der Photosynthese wandeln Pflanzen Sonnenlicht in chemische Energie um. Mittels ultrakurzer Laserpulse lässt sich dieser Prozess auf der Femtosekundenskala nachverfolgen. Über speziell geformte Pulsfolgen lassen sich sogar die Energietransportpfade in den Lichtsammelapparaten von Pflanzen und Bakterien entwirren.

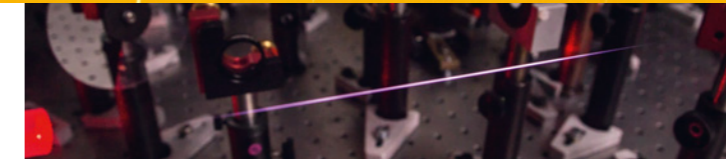
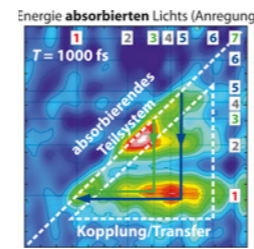
Woher kommt dieser zusätzliche Einblick in die Energiestruktur? Ein Laserpuls setzt sich, wie Sonnenlicht, aus vielen Farben zusammen, wobei blaues Licht energiereicher als rotes ist. So werden in einem Experiment Prozesse mit unterschiedlichem Energiebedarf gestartet und beobachtet.

→ Das 2D-Spektrum zeigt den Systemzustand 1000 fs nach seiner Anregung. Signale abseits der Diagonalen verknüpfen die Teilsysteme des molekularen Komplexes: Es findet ein Transport von Energie statt.

↑ Die Energie des in pflanzlichen Lichtsammelapparaten absorbierten Lichts steht für chemische Reaktionen zur Verfügung.



↑ Energietransport in einem Teil eines Lichtsammelapparats: Die eingefangene Lichtenergie bewegt sich entlang der grünen und blauen Pfeile und von dort weiter zum chemischen Reaktionszentrum.



Vom Lichtpuls zum Lichtschwert

Die Kompression von Energie in nur wenige Femtosekunden führt zu enormen Lichtleistungen: In den wenigen Femtosekunden, in denen der Lichtimpuls an ist, liefert er mehr Leistung als alle Windkraftanlagen in Deutschland zusammen!

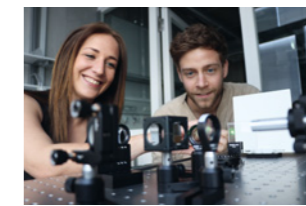
Das führt zu neuartigen Konzepten wie lichtbasierten Teilchenbeschleunigern, aber auch industrielle Materialbearbeitung wird dadurch möglich. Und für die Nerds unter uns ist das Zünden eines räumlich begrenzten Plasmas mittels intensiver Femtosekunden-Laserpulse eine neue Möglichkeit, um die aus Star Wars bekannten Lichtschwerter zu realisieren.

↑ Durch die extreme Konzentration von Energie auf wenige Femtosekunden wird ein räumlich begrenztes Plasma gezündet.



↑ Das virtuelle Labor: Intensive Femtosekundenlaser sind gefährlich. Wir haben daher ein virtuelles Labor entwickelt, in dem du mit Femtosekundenlasern experimentieren kannst!

↓ Das reale Labor: Wenn du einen Einblick in unsere täglichen Justagearbeiten im Labor haben möchtest, dann versuch dich doch an unserem Laser-Minigolf!



B2



HIGHLIGHTS
DER
PHYSIK

