

And the Nobel Prize in Physics 2023 goes to...

Nach 2022 ging der Nobelpreis für Physik auch 2023 an einen österreichischen Wissenschaftler. Für die Forschung über das Verhalten von Elektronen in ultrakurzen Lichtblitzen bekam ihn Ferenc Krausz.

Ferenc Krausz ist ein ungarisch-österreichischer Physiker von der Ludwig-Maximilians-Universität München und dem Max-Planck-Institut für Quantenoptik – er wurde gemeinsam mit Anne L’Huillier von der Universität Lund und Pierre Agostini von der Ohio State University in Columbus ausgezeichnet. Die drei Ausgezeichneten werden für experimentelle Methoden zur Erzeugung von Attosekunden-Lichtpulsen geehrt, das sind extrem schnelle Laserblitze, mit deren Hilfe sich die Dynamik von Elektronen in Materie untersuchen lässt. Aus theoretischen Berechnungen war bereits bekannt, dass sich die Bewegungen von Elektronen in Atomen und Molekülen auf der Zeitskala von Attosekunden (10⁻¹⁸ s) abspielen. Diese Bewegung ist fundamental für chemische Reaktionen. Heute ist die Attosekundenphysik noch reine Grundlagenforschung – doch eines Tages könnten Forschende chemische Reaktionen durch Laserpulse gezielt beeinflussen, um sie etwa zu ermöglichen oder zu verhindern. Eine Attosekunde ist das Milliardstel einer Milliardstel-Sekunde. In einer Sekunde laufen etwa so viele Attosekunden ab wie es Sekunden seit dem Urknall gab. Oder: Eine Attosekunde verhält sich zu einer Sekunde wie eine Sekunde zum Alter des Universums, das schließlich fast vierzehn Milliarden Jahre alt ist.

Gewöhnliche Kameras können kurze Prozesse nicht auflösen. Um Vorgänge in der Natur beobachten zu können, muss die Zeitauflösung des Beobachtungsinstruments kürzer sein als die Dauer des Vorgangs. Ein historisches Beispiel aus den 1870er-Jahren veranschaulicht diesen Grundsatz: Der britische Fotograf Eadweard Muybridge sollte mithilfe seiner Kamera beantworten, ob es beim Galopp eines Pferdes einen Zeitpunkt gibt, zu dem sich alle vier Hufe in der Luft befinden. Denn durch bloßes Hinschauen ließ sich diese Frage nicht beantwor-

ten – die zeitliche Auflösung des menschlichen Auges reicht für diese Aufgabe schlicht nicht aus. Er hielt im Auftrag des Eisenbahn-Unternehmers Gouverneur Leland Stanford erstmals die einzelnen Phasen des Bewegungsablaufs eines galoppierenden Pferdes im Bild fest.

Lange Zeit schien es unmöglich, zu beobachten, wie sich die Elektronen in einem Molekül verhalten. Denn um deren Bewegungen zeitlich hochaufgelöst zu messen, bräuchten die Forschenden entsprechend kurze Lichtblitze – ähnlich einer Kamera mit extrem kurzer Belichtungszeit – um die Bewegung „einzufrieren“.

Die Anwendungsgebiete

Bei chemischen Reaktionen spielen Prozesse, die im Bereich von Attosekunden ablaufen, eine wichtige Rolle. Auch im Bereich der Halbleiterindustrie findet sich ein Einsatzbereich. Durch Beeinflussen der schnell ablaufenden Prozesse beim Einfangen von Sonnenlicht und der Umwandlung in elektrische Energie könnten PV-Module effizienter werden. Ebenso könnten schnellere Bauteile für die Elektronik sowie die medizinische Diagnostik mit Hilfe von ultrakurzen Laserblitzen gebaut werden, womit beispielsweise Veränderungen im Blutbild mit hoher zeitlicher Auflösung beobachtet werden könnten. Weitere neue Arbeitsgebiete entstanden, wie beispielsweise die hochauflösende Mikroskopie lebender Organismen. Die Forschungsergebnisse können außerdem bei der Entwicklung von Quantencomputern und Supraleitern eingesetzt werden. Weitere Anwendungsgebiete sind in der Medizin zu finden, etwa bei der Diagnose von Augen- und Krebskrankheiten und der Therapie bösartiger Tumore. So sind laserbasierte Teilchentherapien schonender und genauer als die gängige Strahlentherapie von Tumoren. ●

Quellen:

- Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina e. V. ([Link](#))
- Nobelpreis auf Welt-der-Physik-Seite des deutschen Bildungs- und Forschungsministeriums ([Link](#))
- Attosekundenphysik, Welt der Physik ([Link](#))
- Attosekundenphysik, Max-Planck-Institut ([Link](#))



DI Claudia Hübsch (WKÖ)

claudia.huebsch@wko.at

Quelle: Österr. Akademie der Wissenschaften