



Elektronen in Lichtpulsen

Bei ihren Experimenten erzeugten die Preisträger*innen Lichtblitze, die so kurz waren, dass damit extrem schnelle Bewegungen von Elektronen aufgenommen werden können. Anne L'Huillier entdeckte einen neuen Effekt bei der Wechselwirkung von Laserlicht mit Atomen in einem Gas. Pierre Agostini und Ferenc Krausz belegten mittels dieses Effekts, dass sie kürzere Lichtpulse erzeugen konnten, als dies bislang möglich war.

Je schneller ein Vorgang erfolgt, umso schneller muss ein Bild, das diesen Moment festhalten soll, aufgenommen werden. Ein winziger Kolibri kann 80 Mal in der Sekunde mit den Flügeln schlagen. Wir können dies nur als ein schwirrendes Geräusch und eine undeutliche, verschwommene Bewegung wahrnehmen.

Sehr schnell aufeinanderfolgende Vorgänge gehen in der Wahrnehmung des Menschen ineinander über, d. h. extrem kurze Momente können wir nicht wahrnehmen. Damit ein Foto eines fliegenden Kolibris scharf wird, ist eine

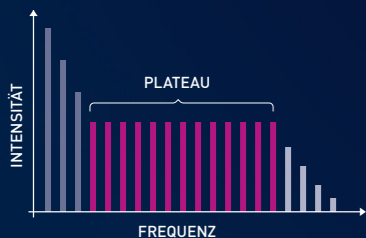
Belichtungszeit erforderlich, die kürzer ist als ein einzelner Flügelschlag.

Die Physiknobelpreisträger*innen 2023 haben Experimente durchgeführt, die zeigen, wie Lichtpulse erzeugt werden können, die so kurz sind, dass damit Prozesse im Inneren von Atomen und Molekülen dargestellt werden können.

In der Welt der Elektronen verändern sich Positionen und Energien in Zeitintervallen von einer bis einigen hundert Attosekunden (eine Attosekunde ist ein Milliardstel eines Milliardstels einer Sekunde).



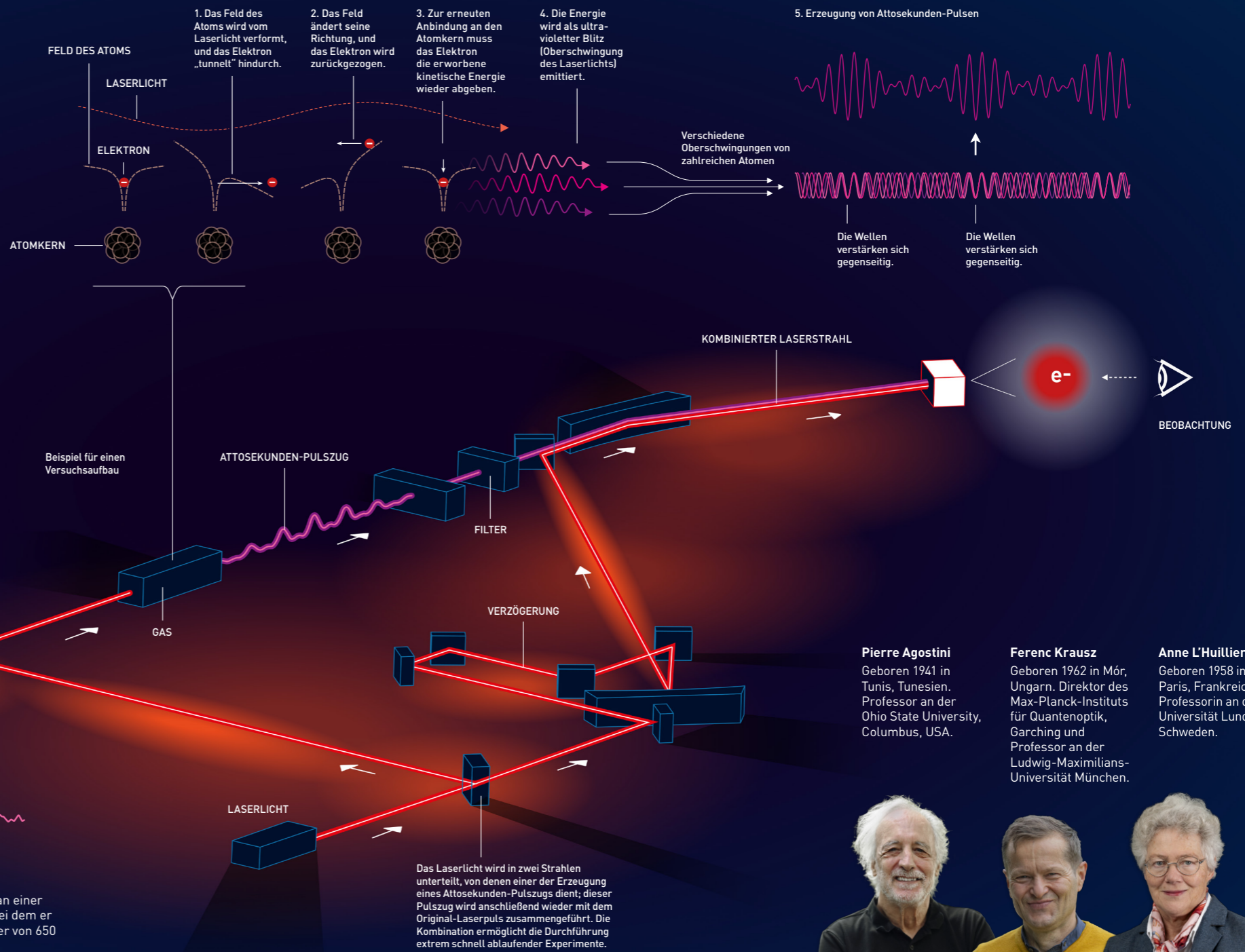
Der Trick bei der Erzeugung kürzerer Pulse besteht darin, mehrere und kürzere Lichtwellenlängen zu kombinieren. Entscheidend sind hier die Oberschwingungen des Laserlichts – sie weisen für jeden Zyklus der Originalwelle mehrere Zyklen auf.



1987 konnten Anne L'Huillier und ihre Mitarbeiter*innen Oberschwingungen in infrarotem Laserlicht, das sie durch verschiedene Edelgase schickten, erzeugen und nachweisen. Das Experiment zeigte, dass es ein Plateau mit vielen Obertönen von etwa gleicher Intensität gab.

2001 gelang Pierre Agostini die Erzeugung und Untersuchung einer Folge von Lichtpulsen. Die Pulse dauerten jeweils nur 250 Attosekunden.

2001 arbeitete Ferenc Krausz an einer anderen Art von Experiment, bei dem er einen Einzelpuls mit einer Dauer von 650 Attosekunden isolieren konnte.



Pierre Agostini
Geboren 1941 in Tunis, Tunesien. Professor an der Ohio State University, Columbus, USA.

Ferenc Krausz
Geboren 1962 in Mór, Ungarn. Direktor des Max-Planck-Instituts für Quantenoptik, Garching und Professor an der Ludwig-Maximilians-Universität München.

Anne L'Huillier
Geboren 1958 in Paris, Frankreich. Professorin an der Universität Lund, Schweden.



Fotos: Portrait von Pierre Agostini: Krystina Kenney/ Portrait von Ferenc Krausz: Theresia Naeaser/ Portrait von Anne L'Huillier: Christof Carlsberg/Bürg

ERFAHREN SIE MEHR ÜBER DIE NOBELPREISE UNTER [KVA.SE/EN](http://kva.se/en)

Weitere Informationen zum Nobelpreis für Physik 2023 erhalten Sie auf den englischsprachigen Seiten kva.se/nobelphysics2023 sowie unter nobelprize.org. Dort finden Sie zusätzliche Materialien über die Laureat*innen und ihre Forschung mit passenden Videos.

Redaktion: Ulf Danielsson, Eva Olsson und Mats Larsson, Nobelkomitee für Physik, Königlich Schwedische Akademie der Wissenschaften; Anna Davour, Wissenschaftsredakteurin; Sara Rylander, Redakteurin, Königlich Schwedische Akademie der Wissenschaften. Grafikdesign: IVY Agency. Illustrationen: Johan Jarnestad/Infographics.se

Druck und Vertrieb mit freundlicher Unterstützung von



Realisierung der deutschen Version durch



Druck und Vertrieb der deutschen Version gefördert von der



© Königlich Schwedische Akademie der Wissenschaften Box 50005, SE-104 05 Stockholm, Schweden +46 8 673 95 00, kva.se Dieses und weitere Poster sind online verfügbar unter mediaheque.lindau-nobel.org/educational und kva.se/nobelposters.