



## Zwei Garchinger in Stockholm

### Nobelpreisverleihung an Ferenc Krausz

Ferenc Krausz und Reinhard Kienberger. Foto: Hentschel

Als ich im Wintersemester 1997/98 als Student der Elektrotechnik an der Technischen Universität Wien die Vorlesung „Ultrakurze Lichtimpulse“ von Prof. Ferenc Krausz besuchte, konnte ich nicht ahnen, wie es meinen beruflichen Werdegang beeinflussen würde. Es war ein sehr anspruchsvolles Wahlfach mit weniger als 10 Hörern. Krausz war ein blutjunger Professor von 35 Jahren, hochmotiviert und fachlich spitze. In der Vorlesung vor Weihnachten war ich als einziger Hörer anwesend. Krausz fragte mich, ob ich im Jänner noch kommen würde. Obwohl es heißt „tres faciunt collegium“, also ab zwei Hörern wird gelesen, würde er die Vorlesung abhalten, wenn ich käme. Ich kam, blieb zur Diplomarbeit und schließlich zur Doktorarbeit. Eines Tages kam Krausz zu mir und fragte mich, ob ich meinem Doktoranden-Kollegen Michael Hentschel für einen Monat im Attosekunden-Projekt aushelfen könnte. Die Experimente seien für eine Person zu komplex. Hentschel würde mir dann auch für einen Monat helfen. Ich stimmte zu. „Mein Monat“ in

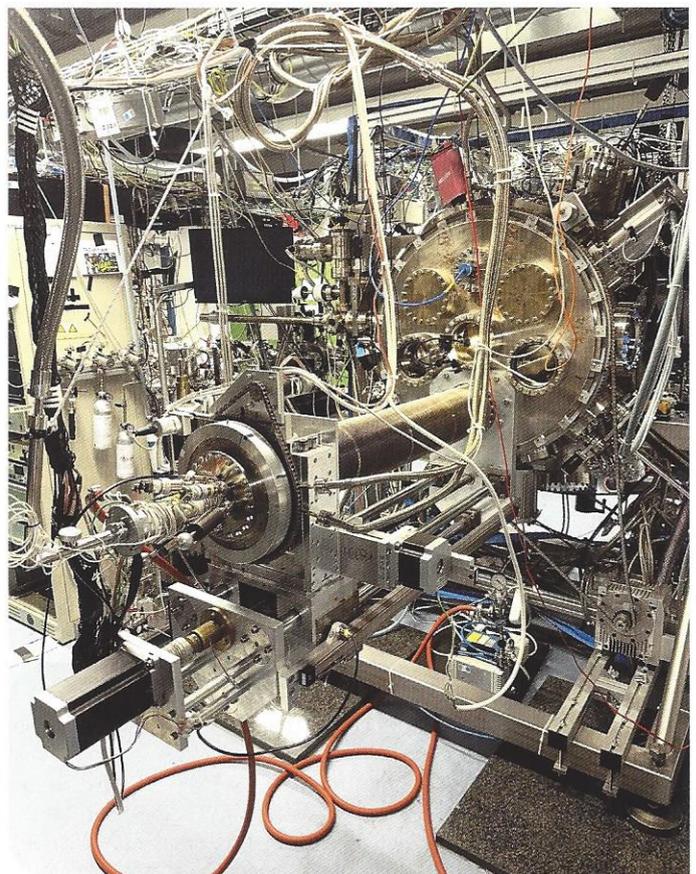
der Attosekunden-Physik hat bis heute nicht aufgehört.

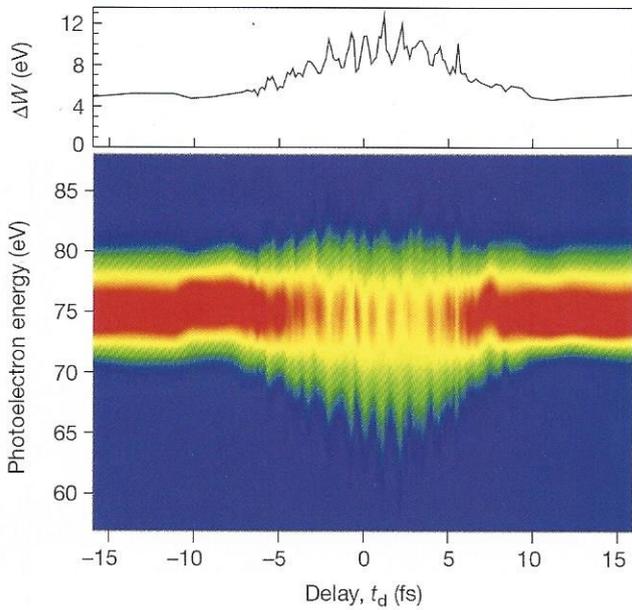
Um ultraschnelle Phänomene, z.B. Molekülschwingungen, chemische Prozesse oder Bewegungen von Elektronen messen zu können, braucht man entsprechend kurze Lichtpulse. Es ist vergleichbar mit der Fotografie: Wenn man ganz schnelle Objekte scharf abbilden will, darf die Belichtungszeit des Fotoapparats nicht zu lang sein, sonst verschmiert das Objekt. Die Natur, genauer gesagt die Quantenmechanik, gibt uns vor, dass elektronische Prozesse auf der Attosekunden-Zeitskala stattfinden. Eine Attosekunde (1 as =  $10^{-18}$  Sekunden) ist ein Milliardstel einer Milliardstel-Sekunde und verhält sich zu einer Sekunde etwa so wie eine Sekunde zum Alter des Universums. Kommerzielle Laser können Lichtpulse einer Dauer von ca. 10 Femtosekunden liefern (1 fs = 1.000 as). Ferenc Krausz hatte mit der Entwicklung spezieller Spiegel bereits dazu beigetragen, Laserpulse auf unter 5 Femtosekunden zu drücken. Um noch kürzer zu werden, muss man zu kürzeren Wellenlängen

gehen, in den Bereich des Extremen Ultraviolett (XUV) oder den Röntgenbereich. Anne L'Huillier, mit der sich Ferenc Krausz und Pierre Agostini den Physik-Nobelpreis 2023 teilen, hatte eine Methode entdeckt, mit der man sichtbare Laserpulse teilweise in den XUV-Bereich konvertieren kann. Mit dieser Methode schossen wir in einer Vakuum-Apparatur mit Laserpulsen auf Gas, das aus einem Röhrchen herausströmte, und filterten mit einem Vielschichtspiegel die erzeugten Wellenlängen im XUV-Bereich heraus. Nun mussten die Attosekunden-Pulse gemessen werden, niemand hatte es zuvor geschafft. Wir schossen die Pulse wieder auf ein Gas, und maßen die Energie der dadurch herausgeschlagenen Elektronen. Mit einem zusätzlichen Laserpuls, der die Elektronen noch beschleunigte oder verlangsamt, konnten wir die Zeitauflösung bekommen. Diese höchst komplizierte Methode musste erst entwickelt und verstanden werden. Viele Nächte lang standen Hentschel und ich im Labor im Keller der TU Wien, drehten an einem Knopf, um eine Spiegelposition zu verändern,

mussten 3 Minuten an einer Position messen, trugen Daten in ein Laborbuch und drehten wieder an dem Knopf. Dann wieder 3 Minuten warten. Während der Tage musste der Laser aufwärmen, und wir justierten bis in die Abendstunden. Dann 2 Wurstsemmerl bei BILLA, und um 20 h startete die Messung, etliche Stunden lang, ohne die Labortür aufmachen zu dürfen, da sonst kalte Luft aus dem Gang den Laser außer Tritt brachte. Monate lang, an denen wir zum Teil auch an Wochenenden und Feiertagen Messungen durchführten, im Schichtbetrieb, immer wieder erfolglos, da die Messung unvollständig oder nicht genau genug war. Oft merkten wir dies erst am nächsten Tag, wenn wir die Daten auswerteten. Schließlich, in der Nacht auf 10. September 2001 gelang es. Um 5 Uhr früh sahen wir auf unserem Bildschirm jene Messung, die bewies, dass wir Attosekundenpulse einer Dauer von 650 as erzeugt hatten. Der Jubel mit Ferenc Krausz war groß. Wir wussten, dass wir etwas Bedeutendes geschafft haben, was nie zuvor jemand anderer „gesehen“ hatte. Die Publikation in der an-

Experimentelle Anlage zu Messung von Attosekundenpulsen und elektronischen Prozessen in Festkörpern. © Reinhard Kienberger





„Erste Messung von Attosekundenpulse im Jahr 2001: Abtasten des elektrischen Feldes eines Laserpulses“ Aus: Nature, 414, 509 – 513 (2001). © Reinhard Kienberger

gesehenen Zeitschrift Nature erfolgte sofort, und irgendwie wurde in den Jahren darauf über einen möglichen Nobelpreis gemunkelt. Manchmal wurde am Tag der Bekanntgabe des Nobelpreises das Büro von Krausz am Max-Planck-Institut für Quantenoptik in Garching, wohin Krausz und seine Forschungsgruppe 2004 übersiedelt war, von Journalisten belagert.

2023 war es so weit. Anfang Oktober wurden die Nobelpreisträger bekanntgegeben. Meine Email- und WhatsApp-Accounts liefen heiß. Wie es Krausz erging, mag ich gar nicht erraten. Ich schickte ihm daher ein altmodisches SMS. Bald darauf lud er mich zur Verleihung nach Stockholm ein. Jeder Nobelpreisträger darf 14 Personen mitnehmen. Krausz fuhr mit seiner Familie (es waren also noch viel mehr Garchinger dort!), meinem Doktorandenkollegen, einem theoretischen Physiker aus dem Wiener Team und mir. Und natürlich waren dann noch der ungarische, der österreichische und der bayerische Wissenschaftsminister, sowie Präsident und Vizepräsident der Ludwig Maximilians-Universität (LMU) dort. Krausz ist ja ungarischer und österreichischer Staatsbürger und auch Professor an der LMU. Das Programm war dicht, dabei konnte ich nur 2 Tage in Stockholm verbringen. Für die Nobelpreisträger war es eine ganze Woche. Als ich am Samstag, den 9. Dezember, nach Stockholm kam, ging es direkt in die ungarische Botschaft zu einem Empfang. Danach hielten wir in der deutschen Botschaft

eine Podiumsdiskussion ab, gefolgt von einem großen Empfang aller Nobelpreisträger und Gäste im Veranstaltungszentrum Münchenbryggeriet. Höhepunkt war natürlich die Preisverleihung im Stockholmer Konzerthaus, traditionell am 10. Dezember, Nobels Todestag. Die Bekleidungs Vorschriften sind streng, Abendkleid bzw. Frack: In der Einladung war gleich die Adresse eines Bekleidungsverleihs mitgeliefert. Der Ablauf ist perfekt durchorganisiert. Nach den Mitgliedern der Königlich Schwedischen Akademie der Wissenschaften, die die jeweiligen Nobelpreisträger auswählen, ziehen die Preisträger ein. Dann erhebt sich der gesamte Saal zum Einzug der Königsfamilie unter Fanfarenklängen. Umrahmt von festlicher Musik werden die jeweiligen Nobelpreise vorgestellt, und als Höhepunkt überreicht König Carl XVI. Gustaf die Urkunde und die berühmte goldene Medaille. Einzeln treten die Nobelpreisträger vor und verneigen sich nach der Überreichung zunächst zum König, dann zur Akademie, dann zum Publikum – jetzt erst setzt der Applaus ein. Die Preisträger wurden vorab eingeschult, der König kann es nach 50 Jahren Amtszeit schon. Das anschließende Bankett im Stockholmer Rathaus ist fulminant. In einem kleinen Büchlein, das am Eingang aufliegt, findet man seinen Namen, Tisch- und Platznummer. Anders ist es für 1.200 Teilnehmer wohl nicht organisierbar. Wieder feierlicher Einzug der Königsfamilie, des schwedischen Adels, der Promis und Nobelpreisträger. Es ist festlich gedeckt,



Überreichung des Nobelpreises an Ferenc Krausz durch den König. © Reinhard Kienberger

das ganze Dinner ist eingebettet in eine musikalische Umrahmung eines kleinen Orchesters und eines weiblichen Jugendchors, perfekte Choreographie auch für studentische Ordner mit weißen Mützen als Studententracht und die fast 200-köpfige Kellnerschar. Auf Wink wird synchron serviert. Das Dessert mit Sprüherkerzen erinnert fast an eine Fernsehserie, etwas edler halt. Beim anschließenden Ball sieht man ehemalige Nobelpreisträger beim Fachsimpeln, den bayerischen Wissenschaftsminister beim Smalltalk mit seinem österreichischen Kollegen, das schwedische Who-is-who beim Tanz. Bedeutend lustiger ist aber die „Afterparty“ an einer der vier Stockholmer Universitäten, dies-

mal war die TU dran. Viele Wochen lang haben die Studenten die Uni in eine Partymeile umgewandelt: Gänge werden zu langen Bars – insgesamt über 30, in einem Seminarraum steht ein Schokobrunnen, Bühnen und Tanz in Hörsälen. Alle Studenten, mehrere Tausend, sind im Anzug oder Kleid und belagern die Nobelpreisträger, die sie erkennen. Ferenc Krausz hat noch einmal eine anstrengende Nacht. An jeder Bar kriegt man einen Stempel in ein Büchlein. Wer es vollkriegt, darf in den Breakout-Room. Leider nichts für mich, mein Flugzeug geht um 7 h früh, zurück zu meinen Attosekundenlaboren an der TU München.

**Prof. Dr. Reinhard Kienberger**



Festbankett. © Reinhard Kienberger