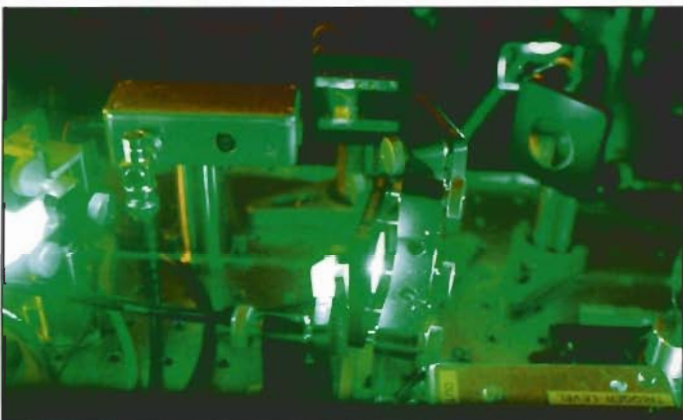
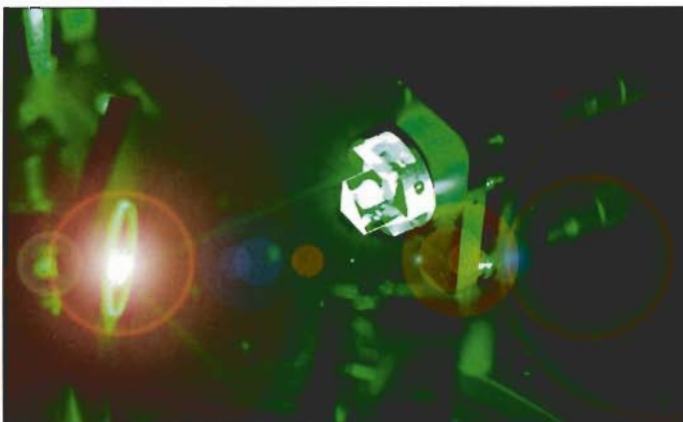
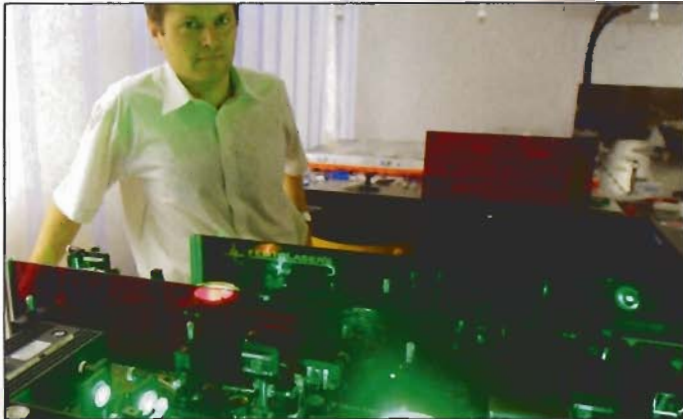


# Am ultrakurzen Puls der Zeit

Wittgensteinpreis 2002 an Laserphysiker Ferenc Krausz



**GRÜNES LICHT FÜR DIE KÜRZESTEN PULSE DER WELT**  
 Im September 2001 ist es dem Wiener Forschungsteam rund um den Laserphysiker Ferenc Krausz im Laserlabor in einem Keller der TU Wien erstmals gelungen, mithilfe modernster Röntgenlasertechnologie die Prozesse im Inneren eines Atoms zu verfolgen. Für das Experiment des Wittgensteinpreisträgers sind so genannte Attosekunden – eine Zeiteinheit, die weniger als der Milliardste Teil einer Zehnmillionstel-Sekunde beträgt – notwendig, die mittels ultrakurzer Röntgenpulse erzielt werden können.

**FWF** Nicht allein das wissenschaftliche Erkenntnisstreben, ein bisschen sportlicher Ehrgeiz sei schon dabei gewesen, als sich Ferenc Krausz im Jahr 1997 gemeinsam mit seinem Forschungsteam vom Institut für Photonik der TU Wien das schier unglaubliche Ziel vorgenommen hat, mithilfe von modernster Röntgenlasertechnologie die kürzesten Lichtpulse der Welt zu erzeugen und damit Prozesse im Inneren eines Atoms zu verfolgen. Sport ist auch ein gutes Stichwort, um die Theorie hinter dem Experiment zu umschreiben: „Um bei einem Formel-1-Rennen ein Auto gestochen scharf zu fotografieren, braucht es eine Kamera mit einer kurzen Belichtungszeit von Zehntausendstel-Sekunden“, erklärt der 40-jährige Physiker und Wittgensteinpreisträger. „Für die Ablichtung von Elektronenbewegungen in Atomen sind ganz andere Belichtungszeiten notwendig. Wir bewegen uns im Zeitbereich von weniger als dem Milliardsten Teil einer Zehnmillionstel-Sekunde.“ Genauer gesagt handelt es sich um so genannte Attosekunden. „In der Nacht auf den 10. September letzten Jahres ist es uns dann gelungen“, führt Krausz stolz aus. „Wir haben unsere erste Lasermessung mit ultrakurzen Lichtpulsen im Attosekunden-Bereich gemacht und einen Blick ins Innere eines Atoms werfen können.“

Die Laufbahn des gebürtigen Ungarn hat vor exakt 15 Jahren begonnen: Damals hat ihn der Laserphysiker Arnold Schmidt – Präsident des Wissenschaftsfonds (FWF) – als Assistenten an die TU Wien geholt, wo der Wissenschaftler anfänglich an der Entwicklung neuer Lasertechnologien gearbeitet hat. Inzwischen gehört das Forschungsteam um Krausz zur absoluten Weltspitze im Bereich der Femtosekunden-Laserphysik: Den Wienern ist es 1996 gemeinsam mit internationalen Kollegen gelungen, Lichtimpulse mit einer Dauer von 4,5 Femtosekunden zu generieren (1 Femtosekunde sind  $10^{-15}$  Sekunden). Aus dieser Entdeckung haben sich nicht nur eine eigene Spin-off-Firma – die FemtoLasers GmbH – entwickelt und Forschungsgebiete wie die Femtochemie profitiert, sondern auch etliche Anwendungsbereiche herauskristallisiert: vom Einsatz in der Zahn- und Augenheilkunde bis zur Erzeugung von Röntgenstrahlung. „Diese Röntgenpulse waren auch die Initialzündung für die Forschungsarbeit zu den Attosekunden“, so Krausz. „Theoretische Physiker haben damals vorhergesagt, dass es möglich sein müsste, Röntgenpulse zu erzeugen, die deutlich kürzer sind als eine einzige Femtosekunde (1 Femtosekunde sind 1.000 Attosekunden). Damit war unser sportlicher Ehrgeiz geweckt.“

Mit dem START-Preis, den Krausz 1996 als einer der ersten Wissenschaftler in Österreich verliehen bekommen hat – er ist nunmehr der erste Preisträger beider Forschungsauszeichnungen –, sei auch der finanzielle Grundstein für die Umsetzung seiner Visionen gelegt worden. „Ohne mein engagiertes Forschungsteam, das fünf Jahre lang etliche Nächte im Labor verbracht hat, und unsere Kooperationspartner von der Uni Bielefeld, die die Technik und das Know-how zur Röntgentechnologie geliefert haben, wäre diese Arbeit aber nie möglich gewesen“, so der Physiker. Mit dem Wittgensteinpreis peilt Ferenc Krausz eine weitere Sensation an: „Unmittelbares Ziel ist natürlich, weiter an der Beobachtung atomarer Prozesse zu arbeiten und dazu praktische Anwendungsbereiche zu generieren. Vor kurzem haben wir eine erste Applikation dieser Attosekunden-Pulse demonstrieren können, die auch in der Fachzeitschrift ‚Science‘ publiziert wird“, resümiert der Physiker. „Längerfristig wollen wir diese Prozesse nicht nur fotografieren, sondern konkret Einfluss darauf nehmen, indem wir die Bewegung von Atomen und Elektronen präzise steuern. Das wäre sowohl für die Entwicklung kompakter Röntgenquellen als auch für Teilchenbeschleuniger-Anlagen von Vorteil.“ Der nächste Vorstoß in neue Dimensionen? (<http://info.tuwien.ac.at/photonic/home/Krausz/CV.htm>)

# Herbe Enttäuschung für Forschung

Erstmals seit 13 Jahren ist das FWF-Budget gesunken

**FWF** Die nationale Forschungsförderung hat im Jahr 2002 einen heftigen Einbruch erlebt: Im Vergleich zum Jahr 2001 ist das diesjährige Gesamtbudget des Wissenschaftsfonds (FWF) - 90,1 Millionen Euro - um vier Prozent zurückgegangen. Zwar sei die Arbeit des FWF nicht aktuell gefährdet, so Präsident Arnold Schmidt. Die Entwicklung wertet er aber als ein falsches Signal in Hinblick auf den Stellenwert von Wissenschaft und Forschung. Dabei rechnet der Wissenschaftsfonds für das Jahr 2002 mit einer starken Steigerung der Bewilligungen aufgrund des weiterhin wachsenden Antragsvolumens und der zahlreichen Verlängerungen von Spezialforschungsbereichen. Umso kräftiger ist das Signal der engagierten, erfolgreichen Forschungsförderung des FWF: Auch heuer können sich wieder fünf START-Preisträger über bis zu 1,2 Millionen Euro und ein Wittgenstein-Preisträger über 1,5 Millionen Euro freuen.

## Die START-Preisträger 2002

### START 1: Intelligente Bausteine zur Schadstoffmessung

**FWF** Der Physiker Wolfgang Heiss, 36, beschäftigt sich mit der Entwicklung neuer Nanobauteile und Konzepte, die es erlauben, mithilfe optischer Spektroskopie im Bereich des mittleren infraroten Bereichs auch einzelne Moleküle zu untersuchen - beispielsweise zur Messung von geringen Schadstoffmengen in der Luft. „Mithilfe optischer Messungen können bereits Schadstoffe wie Kohlendioxid oder Ozon eindeutig nachgewiesen werden“, erklärt der Forscher vom Linzer Institut für Halbleiter- und Festkörperphysik. „Mit dem Blei-Salz-Laserspektrometer existiert eine gute Messmethode im mittleren Infrarotbereich, die derzeit in der KFZ-Industrie eingesetzt wird. Diese kann aber nicht einzelne Moleküle erfassen. Der Vorteil dieses Geräts liegt in seiner sehr hohen spektralen Auflösung und in der kurzen Messzeit - diese Eigenschaften mache ich mir zunutze.“ In seinem START-Projekt will Heiss nun neue Bauelemente für diesen Blei-Salz-Laserspektrometer entwickeln. „Dazu braucht es ein System mit sehr hoher Empfindlichkeit, das schnelle optische Messungen zulässt“, so der Physiker. Ziel ist es, einen Mini-Laserspektrometers zu entwickeln, der alle Bauteile auf einem Chip integriert hat. ([www.hlphys.uni-linz.ac.at/fk/wolfgang.htm](http://www.hlphys.uni-linz.ac.at/fk/wolfgang.htm))



DER PHYSIKER WOLFGANG HEISS, 36, beschäftigt sich mit der Entwicklung von Nanobauteilen zur Schadstoffmessung.

### START 2: Pionierarbeit zu Babylon

Der Orientalist und Alt-Philologe Michael Jursa, 35, leistet mit seinem START-Projekt Pionierarbeit: Erstmals in der Forschungsgeschichte der Altorientalistik erstellt der Wissenschaftler vom Wiener Institut für Orientalistik eine Gesamtdarstellung der Wirtschaftsgeschichte Babyloniens im ersten Jahrtausend vor Christus. „Die Quellen dafür - gemeint sind Keilschrifttafeln mit ökonomischen und rechtlichen Inhalten - sind eines der drei größten erhaltenen Corpora innerhalb der schriftlichen Hinterlassenschaften des Altertums überhaupt“, führt Jursa aus. „Trotz - oder gerade wegen - dieser Menge dieser Texte ist aber bislang noch nie der Versuch einer Gesamtdarstellung gemacht worden.“ Das Projekt erörtert Fragen der Demografie oder Landwirtschaft ebenso wie Probleme des marktwirtschaftlichen Güterausstauschs oder der Preis- und Lohnentwicklung. Auch die soziale Struktur und Aspekte der materiellen Kultur Babyloniens werden erfasst. Jursa zieht in das Projekt auch einige bisher unpublizierte Quellen mit ein - vor allem aus den Sammlungen des Britischen Museums in London. ([www.univie.ac.at/orientalistik/jursa.html](http://www.univie.ac.at/orientalistik/jursa.html))



DER ORIENTALIST MICHAEL JURSA, 35, erarbeitet eine Gesamtdarstellung der Wirtschaftsgeschichte Babyloniens.



DER MEDIZINER GEORG SCHEIT, 33, analysiert die molekularen Mechanismen der Knochenzerstörung bei Arthritis

### START 3: Kampf gegen die Knochenzerstörung

Der Mediziner Georg Schett, 33, widmet sich einem bislang wenig beachteten Krankheitsfaktor der rheumatoiden Arthritis: der schubförmigen Zerstörung von Gelenksknorpel und -knochen im Zuge dieser schmerzhaften Gelenkserkrankung, bei der es vorrangig zu einer chronischen Entzündungsreaktion der Gelenksinnenhaut kommt. „Obwohl die Gelenkszerstörung der wesentliche Faktor für die funktionelle Beeinträchtigung der Patienten ist, sind die molekularen und zellulären Mechanismen dieser Destruktion weitgehend unbekannt“, erklärt der Wissenschaftler von der Abteilung für Rheumatologie der Uniklinik für innere Medizin am AKH Wien. „Man vermutet, dass so genannte Osteoklasten – knochenresorbierende Zellen – für die Zerstörung verantwortlich sein könnten. Mit meiner Arbeit möchte ich die Rolle dieser Zellen bei der Gelenkszerstörung im Rahmen der Arthritis aufklären.“ Anhand eines transgenen Maus-Modells wird der Mediziner mit nationalen und internationalen Kooperationspartnern mittels pharmakologischer und genetischer Methoden die Mechanismen dieser Osteoklasten bei der Gelenkentzündung analysieren. Ziel ist es, neben der Entschlüsselung der Mechanismen auch mögliche therapeutische Ansätze zu erstellen. ([www.akh-wien.ac.at/rheuma](http://www.akh-wien.ac.at/rheuma))



DER INFORMATIKER DIETER SCHMALSTIEG, 31, arbeitet an einem portablen 3-D-Computersystem, das jederzeit und überall einsetzbar ist.

### START 4: Die erweiterte Realität der Studierstube

Der Informatiker Dieter Schmalstieg, 31, ist auf der Suche nach innovativen Informationstechnologien, die ein drahtloses und mobiles Arbeiten am Computer außerhalb der Büroumgebung ermöglichen sollen. Kurz gesagt: Der Wissenschaftler vom Institut für Softwaretechnik und Interaktive Systeme der TU Wien arbeitet am portablen 3-D-Computersystem, das jederzeit und überall zur Verfügung steht und einsetzbar ist. „Die zugrunde liegende Technologie ist die so genannte ‚Augmented Reality‘ – das bedeutet so viel wie ‚erweiterte Realität‘ –, mit der man 3-D-Computergrafiken mittels halbdurchsichtiger Miniatur-Bildschirme in das Sichtfeld des Benutzers einblendet – zum Beispiel auf einem Bildschirm in der Hand oder einen, der in eine Brille eingebaut wird“, erklärt Schmalstieg. „Der Computer kann dann direkt vor Ort und auf die Situation bezogen weiterführende Informationen liefern.“ Dazu arbeitet der Informatiker seit einigen Jahren an der Entwicklung einer weltweit einzigartigen multimedialen Infrastruktur, der so genannten „Studierstube“, einer Plattform, die Augmented-Reality-Technologie, 3-D-Darstellung und Vernetzung kombiniert. Im Rahmen des START-Projekts sollen nun die Möglichkeiten einer solchen Infrastruktur systematisch mit neuen Technologien erweitert und anhand ausgewählter Anwendungen untersucht werden. ([www.studierstube.org](http://www.studierstube.org))



DER MATHEMATIKER JOACHIM SCHÖBERL, 30, beschäftigt sich mit der mathematischen Beschreibung dreidimensionaler Problemfelder.

### START 5: Mathematik in der dritten Dimension

Der Mathematiker Joachim Schöberl, 30, arbeitet an der mathematischen Beschreibung dreidimensionaler Prozesse, wie sie sich beispielsweise bei mechanischen Deformationen an Materialien ergeben, mit dem Ziel, eine neue Software zur Computersimulation derartiger Problemfelder zu entwickeln. „Solche Real-Life-Probleme lassen sich mittels partieller Differentialgleichungen näherungsweise darstellen“, erläutert der Wissenschaftler vom Linzer Institut für Numerische Mathematik. „Die derzeit leistungsfähigste Methode zur Computersimulation solcher Modelle ist die ‚Finite Elemente Methode‘: Dabei werden die zu berechnenden Objekte in viele kleine Elemente wie Dreiecke oder Quader zerlegt, um sich über diese mathematische Beschreibung der Einzelteile einer Lösung anzunähern.“ Der Mathematiker arbeitet nun an der Verbesserung der so genannten hp-Version, mit der zweidimensionale Problemfelder bereits zufriedenstellend gelöst werden können. Ziel seines START-Projekts ist es, zur Theorie der hp-Version beizutragen und diese in einer Software umzusetzen. ([www.numa.uni-linz.ac.at](http://www.numa.uni-linz.ac.at))

## Atomare Schnappschüsse

Forscher der Technischen Universität Wien, des Max-Planck-Instituts für Quantenoptik (Garching bei München) und der Universität Bielefeld ist es nun erstmals mit Hilfe eines neuen Verfahrens gelungen, eine Röntgenblitzdauer von 250 Attosekunden (!) zu ermitteln. Eine Attosekunde ist der Milliardenste Teil einer Milliardstel Sekunde oder 0,000 000 000 000 000 001 Sekunden.

„Wir erforschen dieses Gebiet, damit wir in Zukunft die Vorgänge, Prozesse und Funktionsweise der verschiedensten Materialien verstehen lernen und diese Erkenntnisse auf die Entwicklung neuer Vorgänge und Materialien anwenden können“, so Ferenc Krausz (Bild), der für die Erzeugung der kürzesten Pulse der Welt bekannte Forscher, der an der TU Wien und dem Max-Planck-Institut für Quantenoptik forscht.

Dank dieser wissenschaftlichen Leistungen kann der zeitliche Verlauf von Vorgängen innerhalb der Elektronenhülle von Atomen mit einer Auflösung von ca. 100 Attosekunden direkt gemessen werden. Die Beobachtung der Bewegung von Elektronen tief im Inneren der Atome und Moleküle ist somit in greifbare Nähe gerückt. Es besteht erstmals die Chance, auf Fragen zur wirksamen, kollektiven Röntgenemission aus Atomen (Röntgenlaser) oder zur Entstehung bzw. Vernichtung chemischer Bindungen (Kontrolle chemischer Reaktionen) experimentelle Antworten zu liefern.

[www.tuwien.ac.at](http://www.tuwien.ac.at)



Ferenc Krausz, TU Wien