



Licht springt über den Kamm

Zum Tête-à-tête mit Theodor W. Hänsch, dem Nobelpreisträger für Physik, bat die Quanten-Hochburg Innsbruck. Der Deutsche misst mit einem eigens erdachten Synthesizer den Pulsschlag des Lichts. Die Folge: Alles Messen wird unendlich genauer. Während der Quantencomputer wieder ein Quäntchen näherrückt.

von Andrea Salzburger

Ted Hänsch, so nennt ihn die Fachwelt, trägt sein schlohweißes Haar gescheitelt. Dazu eine metallgeränderte Brille vor den hellen, sehr aufmerksamen Augen. Hänsch ist Nobelpreisträger für Physik. Unter seinem Scheitel tickt jenes Super-Hirn, das ein Lichtmessgerät erdachte, das die Naturgesetze und Axiome, ja die Relativitätstheorie umstoßen könnte. „Naja“, meint der Super-Physiker mit einem bescheidenen Lächeln, „umstoßen ist schon viel zu viel gesagt.“ Aber Nachmessen, das könne man jetzt, und das wolle er auch. Man dürfe sich Aufschluss über die Frage erhoffen, ob die Naturkonstanten wirklich unendlich konstant seien. Oder aber: „Sich mit der Evolution des Universums langsam Veränderungen einstellen.“ Was die Quantenphysiker hier vorhaben, leuchtet jedem Schulkind ein. Nur, wenn es dann an den mathematischen Formelkram geht, lässt sich die allgemeine Verständlichkeit kaum durchhalten.

Wer mit Wissenschaftlern redet, weiß leider nachher oft genauso viel wie vorher: nichts. Zu oft verlieren sich Experten in unverständlichen Erklärungen, von denen Laien nun wirklich nichts verstehen. „Ted“ ist da glücklicherweise anders. Sein Fachgebiet kann der Physiker auch Menschen näher bringen, die damit nichts zu tun haben – jedenfalls ist das sein Anspruch. Deshalb war er nach Innsbruck gekommen, um diesen Anspruch einmal mehr einzulösen. Er sprach in Tirol zum „Pulsschlag des Lichts“.

Technik ist publikumswirksam

Kein Wunder auch, dass der Super-Physiker immer noch so intensiv gefragt ist, dass vor lauter Vorträgehalten zum Forschen kaum Zeit bleibt. Stark gefragt, das war er freilich auch in Tirol. Weil es eben nicht alle Tage vorkommt, dass Nobelpreisträger Innsbruck heimsuchen, standen die Besucher des öffentlichen Vortrages in der Uni-Aula Schlange. Über die ganze Dauervon Hänschs Präsentation drängten sich die Zuhörer vor den sperrangelweit geöffneten Türen.

Über die Alma Mater hatte sich die Faszination für die momentan stattfindende naturwissenschaftliche Revolution gebreitet. Verantwortlich für den Besuch des Super-Physikers zeichnete eine gemeinsame Initiative der Industriellenvereinigung Tirol, des Institutes für Quantenoptik und Quanteninformation (IQOQI) und des Landesschulrates für Tirol. Der Wissenschaftler stand auch seinerseits nicht an, den „Leuchtturmcharakter, den das


Innsbrucker Quantenforschungsinstitut für die ganze Welt hat“ hervorzuheben. Die Intention der Gastgeber ergänzte sich indes mit Hänschs Credo, „junge Leute für Naturwissenschaft und Technik zu begeistern.“ Die 400 abendlich erleuchteten Besucher und jene gut 600 Schüler/innen, die er am darauffolgenden Tag in der Privatuni Umit in Hall traf, lernten einen Wissenschaftler kennen, der nicht von der Show lebt, sondern vom Inhalt. „Auch wenn sich nicht alles in Alltagssprache fassen lässt“, wie der Forscher freimütig einräumt. Gefragt was Zeit sei, meinte der sympathieerweckende Hänsch: „Zeit ist das, was verhindert, dass alles auf einmal passiert.“ Zeit ist dehnbar: Mal vergeht sie im Fluge, mal zieht sie sich wie Kaugummi dahin – diesen populären Eindruck verdichtet der Physiker mit einem Lichtmessgerät nun aber auch wissenschaftlich.

Mit einem schuhschachtelgroßen Messapparat, durch den Laserlicht geschickt wird, wird das sichtbare Lichtspektrum und der infrarote Bereich in einzelne Sequenzen zerlegt. Wer die Apparatur sieht, kann schwer entscheiden, ob dahinter ein fast göttlicher Bauplan steckt oder die Linsen und Spiegel wie zufällig hingeworfen sind. Hänsch versichert andeutungsvoll lächelnd: „Glauben Sie mir, hier ist nichts dem Zufall überlassen.“

Uhrwerk made in Martinsried

Von seinem Erfinder wurde der famose Apparat „Frequenzkamm-Synthesizer“ getauft. Ein solcher Frequenzkamm ist vergleichbar mit einem Lineal. Nur, dass dieses nicht „Längen“ sondern die verschiedenen Farben des Lichts misst. „Und auf diesem Lineal sind einzelne Zinken angebracht“, erklärt Hänsch, „wie

„Zeit ist das, was verhindert, dass alles auf einmal passiert“: Theodor „Ted“ Hänsch, Nobelpreisträger für Physik misst mit einem hochpräzisen Quanten-Uhrwerk jede x-beliebige sichtbare Lichtfrequenz.



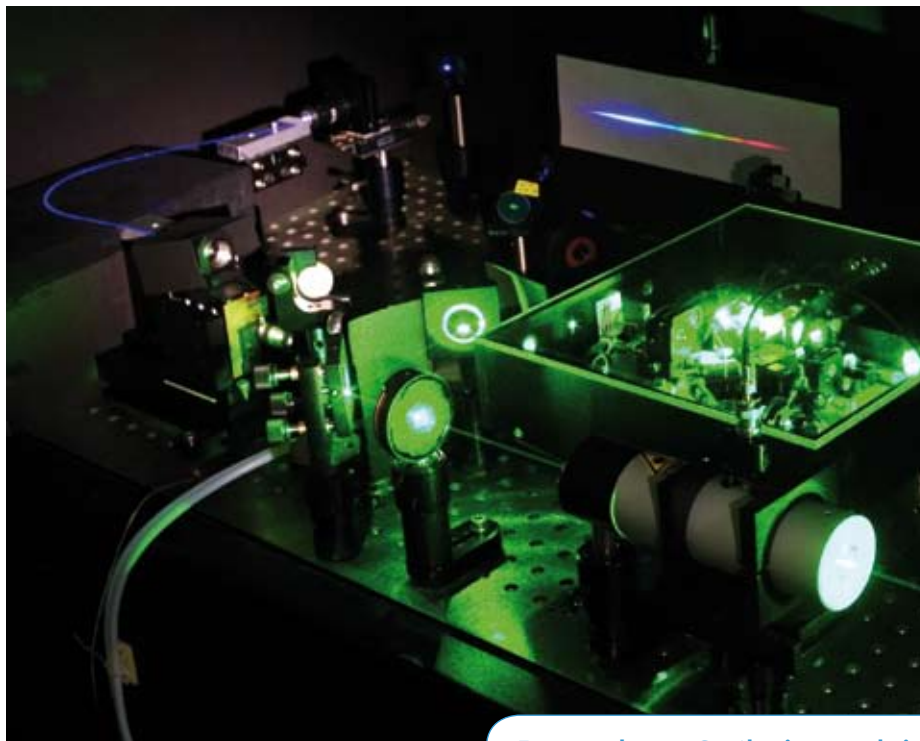
Lichtstrahlen am Lineal

Was macht die von ihm erdachte Messeinrichtung nun aber genau? Sie tut nichts anderes, als Lichtschwingungen pro Sekunde zu zählen. Oder zwei verschiedene Lichtfrequenzen miteinander zu vergleichen. Ein Vergleich, so genau, dass er bis an die 19. Dezimalstelle langt. Die Schwierigkeit und die besondere Leistung Hänschs – sie hatte ihm gemeinsam mit John L. Hall und Roy J. Glauber 2005 den Nobelpreis eingebracht – war es, ein Kontinuum wie es das Licht ist, „für diesen Messvorgang festzutackern, um überhaupt sein Lineal anlegen zu können“, veranschaulicht Rainer Blatt, Kollege und Quantenphysiker am Innsbrucker IQOQI. „Das ist der geniale Trick“, zeigt sich der Innsbrucker Quantenphysiker beeindruckt.

bei einem Kamm, mit dessen Hilfe sich die Frequenz einer elektromagnetischen Strahlung – eben die des Lichts – in bisher ungekannter Präzision messen lässt.“

Wie ein optisches Getriebe arbeite sein Lichtmesser. So wird die zu messende Frequenz in eine niedrigere Frequenz übersetzt – etwa in Radiowellen. „Das Herzstück ist ein Laser, der Lichtwellen von sehr genau bekannter Frequenz liefert“, erklärt der Forscher die Ausgangssituation. Mit Hilfe dieser Frequenz wird in der Folge der unbekannte Lichtstrahl vermessen.

Die Apparatur ist dabei so handlich, dass sich das komplette Präzisionsgerät unter den Arm klemmen lässt. Zum Herumtragen wurde das 300.000 Euro teure Messwerk aber nicht erfunden. Eher zum Herumstehen in hochrangigen Eich- und



Frequenzkamm-Synthesizer, made in Bayern: Der quantenoptische, schuhschachtelgroße Apparat misst und vergleicht Lichtfrequenzen wie ein Lineal Millimeter und Zentimeter.

Und verschiebt damit die Welt des Messbaren um etliche Kommastellen auf die 19. Dezimale.

Wie schon an der Kippe zum 19. Jahrhundert, als die Navigation mit Hilfe des Sternenhimmels durch genaue Chronometer abgelöst werden sollte, wird sich mit der optischen Spektrometrie auch die Navigation im Weltall zwischen den Galaxien drastisch verändern. Denn schon in Bälde werden die derzeit gebräuchlichen Cäsium-Atomuhren von Lichtuhren abgelöst.

„Ein solcher Synthesizer erschließt nicht nur neue Genauigkeitsgrenzen für die optische Spektroskopie“, weiß der Nobelpreisträger. In der optischen Spektroskopie stecke auch schon das Patent für das Uhrwerk von künftigen, extrem genauen optischen Atomuhren. Hilfreich sei die Technik etwa zur noch präziseren Ortung von Raumsonden, die im All unterwegs sind. Auf die optische Atomuhr warten



600 Schülerinnen und Schüler stürmten die UMIT, um den 66-jährigen deutschen Super-Physiker live zu erleben: Durch die Forschung von Theodor Hänsch rückt die Menschheit ultragenauen Atomuhren und damit auch dem Quantencomputer einen Riesenschritt näher.

Messinstituten oder in Standardlabors. Auch die Innsbrucker Quantenphysiker haben sich längst so ein Super-Werk angeschafft. Rund 30 dieser Kämmen sind bereits im Echtbetrieb - allesamt Made in Bayern, genauer gesagt Martinsried. Gebaut und vertrieben werden die Teile von der Firma Menlo Systems, einem spin-off, das die Hänsch-Doktoranden Michael Mei und Ronald Holzwarth im Fahrwasser ihres gemeinsamen Doktorvaters gründeten.

Kein Wunder, dass man sich bei Menlo bis heute über den Nobelpreis freut. Auf der Homepage prangt noch die Gratulation.

Licht und Raum.

Hänsch misst aber nicht nur das Licht. Er misst auch die Zeit oder Entfernungen.

die internationalen Weltraumagenturen bereits: Bis 2018 werde sie einsetzbar sein, hofft etwa die Europäische ESA. Neben der Satellitennavigation reichen die möglichen Anwendungen über Medizintechnik bis Telekommunikation. „Durch ein Übersee-Lichtkabel könnten viel mehr Telefongespräche geschickt werden“, erklärt Hänsch.

Angesichts seiner Schüler, zu denen neben Mei und Holzwarth, mit Steve Jobs auch der Vater des Apple-Imperiums gehört, verwundert es kaum, dass der Nobelpreisträger nicht nur in Innsbruck als Quanten-Grandsigneur gehandelt wurde. Doch der 66-jährige Forscher verschwendet kaum Gedanken an den Ruhestand. Obwohl das im Vorjahr schon

ein Thema war. In Deutschland wurde für ihn gewissermaßen eine eigene „lex Hänsch“ verordnet, nach der er weiterhin als Professor an der Uni München sowie dem Max-Planck-Institut für Quantenoptik in Garching aktiv sein kann. Dennoch: Auch ein Super-Physiker kann Licht und Zeit messen - aber nicht aufhalten. ■