



Im Max-Planck-Institut für Quantenoptik arbeitet Adrian Cavalieri an einem Attosekundenlaser, der einen ultrakurzen Lichtblitz liefern soll. Reinraumbedingungen sind nötig, weil die optischen Teile der Laser empfindlich gegen Staub sind. Fotos (3): Thorsten Naeser (oh)

Exzellenzcluster arbeitet an extrem starken Lichtstrahlen und extrem kurzen Lichtpulsen

## Tumorbekämpfung mit der Ionenkanone

Laser sollen auch das Innere von Molekülen während der chemischen Reaktion sichtbar machen

Von Ralf Steinbacher

**Garching** ■ Als der Laser erfunden wurde, sagten Spötter: Hier haben wir die Lösung für ein Problem, das erst noch gefunden werden muss. Heute ist Lasertechnologie aus dem Alltag nicht mehr wegzudenken. Musik-CDs werden mit Lasern gelesen, Barcode-Scanner an den Supermarktkassen funktionieren mit Lasertechnik. Der Laser ist alltagstauglich geworden. Auf der anderen Seite bietet er noch genug Raum für neue, fast ungläubliche Anwendungen. Zum Beispiel kann man mit Lasern so kurze Lichtimpulse aussenden, dass man Vorgänge im Innern eines Atoms beobachten kann.

Garching, Max-Planck-Institut für Quantenoptik (MPQ), ein von Bäumen eingerahmter, weitläufiger Betonbau am südlichen Rand des Forschungsgeländes. Hier knallten im Dezember 2005 die Sektkorken, nachdem MPQ-Direktor Theodor W. Hänsch, eine Koryphäe der Laserspektroskopie, den Nobelpreis für Physik erhalten hatte.

Doch hier im MPQ beschäftigt sich nicht nur Hänsch mit höchst exotisch anmutender Forschung. Schmale Treppen führen auf lange Gänge entlang strahlend weiß getünchten Betonwänden. Eine der Türen führt in ein großes Büro mit weichen, bequemen Ledersesseln. Gastgeber ist Ferenc Krausz, ein jugendlich wirkender Professor, für den Zeit nicht ausschließlich in Minuten oder Stunden gemessen wird. Er beschäftigt sich mit Zeitintervallen, die so winzig sind, dass die reine Mathematik nicht ausreicht, um sich darunter etwas vorstellen zu können. Des-

halb umschreibt es Krausz so: „Die Lichtgeschwindigkeit ist so hoch, dass ein Lichtteilchen in einer Sekunde fast zehnmal um die Erde fliegen kann. Wir untersuchen die Zeitspanne, in der das Lichtteilchen nur den winzigen Bruchteil einer Haaresbreite zurücklegt.“



Prof. Ferenc Krausz.

Mit solchen Lichtpulsen im Attosekundenbereich kann man – wie man mit einem Stroboskop die Bewegungen Tanzender verfolgen kann – die Bewegung von Elektronen beobachten. Speziell interessiert die Verformung von Biomolekülen, also von Molekülen in Zellen des menschlichen Körpers etwa. „Ein Biomolekül kann seine lebenswichtige Funktion nur in einer bestimmten Form erfüllen“, erklärt Krausz. „Verliert es diese Form, ist das auf molekularer Ebene die Ursache einer Krankheit.“ Die Forscher hoffen nun, mit Hilfe der Lasertechnologie besser verstehen zu können, was beim Ausbruch von Krebs in den Molekülen passiert.

Laser sind aber noch zu anderen Höchstleistungen fähig, die ebenfalls im Exzellenzcluster Munich-Centre for Advanced Photonics (MAP) untersucht werden. Prof. Dietrich Habs vom Lehrstuhl für Experimentelle Kernphysik der Ludwig-Maximilians-Universität, wie Krausz ein Sprecher des MAP-Clusters, forscht an neuen Teilchenbeschleunigern, die für die Tumorbekämpfung einge-

setzt werden und das Röntgen revolutionieren könnten.

„Mit unseren Lasern bekommen wir für einen ganz kurzen Zeitraum die Energie von einer Million Kernkraftwerken auf einen Quadratmikrometer“, sagt Habs begeistert. Eine monströse Leistung, die ein ebenso gigantisches Magnetfeld erzeugt. Schieft man mit so einem Laser auf eine Folie, werden Elektronen durch das Magnetfeld in die Folie hinein gedrückt und ziehen Ionen hinter sich her (Ionen sind Atome oder Moleküle, die ein oder mehrere negativ geladene Elektronen verloren haben und deshalb positiv geladen sind). So können Lichtfelder in beschleunigte Teilchenströme umgesetzt werden. „Dass das geht, haben wir bereits bewiesen“, sagt Habs. Zusammen mit Siemens Healthcare will der Exzellenzcluster



Prof. Dietrich Habs.

nun eine Ionenkanone zur Tumorbekämpfung entwickeln. Die Bestrahlung mit schweren Ionen sei nämlich sehr wirkungsvoll, da sie einerseits problemlos den Körper durchdringen. Wenn sie dann aber auf den Tumor treffen, geben sie genau dort hohe Energie ab.

In Heidelberg habe man mit einem Prototyp zur Ionenbestrahlung im Klinikbetrieb gute Erfolge erzielt – doch so eine Maschine koste 140 Millionen Euro und sei sehr groß. „Mit unserer Laserbeschleunigungstechnologie könn-

ten wir kleinere, kompaktere Beschleuniger bauen, die um den Faktor zehn oder mehr billiger wären“, sagt Habs.

Die Forscher denken aber auch daran, mittels Lasertechnologie einen Elektronenbeschleuniger zu bauen, mit dem wesentlich genauere Röntgenbilder erstellt werden können. „Dazu wollen wir jetzt grundlegende Experimente machen“, sagt Habs. Zusammen mit Medizinern des Klinikums Großhadern habe man vorher geprüft, ob diese Technologie medizinisch überhaupt Sinn macht. Das Ergebnis einer Studie an der Europäischen Synchrotronstrahlungsquelle in Grenoble, einer superstarken Photonenquelle, klingt atemberaubend: Man könnte Kontraste mit einer um den Faktor 200 besseren Auflösung erzielen und eine um den Faktor 50 geringeren Strahlenbelastung. „Damit könnte man einen Brusttumor erkennen, der nur einen Millimeter groß ist.“ Bei einem so kleinen Tumor wäre im Vergleich zu heute die Wahrscheinlichkeit zwanzigmal geringer, dass er schon Metastasen gebildet habe.

Die hohe Auflösung durch die neuartigen Röntgenquellen möchten die im Exzellenzcluster verbundenen Forscher aber auch dazu verwenden, Knieknorpel zu untersuchen. Würde man bereits bei einem 30-Jährigen feststellen können, dass seine Knieknorpel zu degenerieren beginnen, könnte man rechtzeitig mit Medikamenten gegensteuern. Das würde die Lebensqualität vieler Menschen verbessern und viel Geld sparen. Denn heute, so Habs, leidet die Hälfte der über 65-jährigen an solchen Gelenkerkrankungen.