

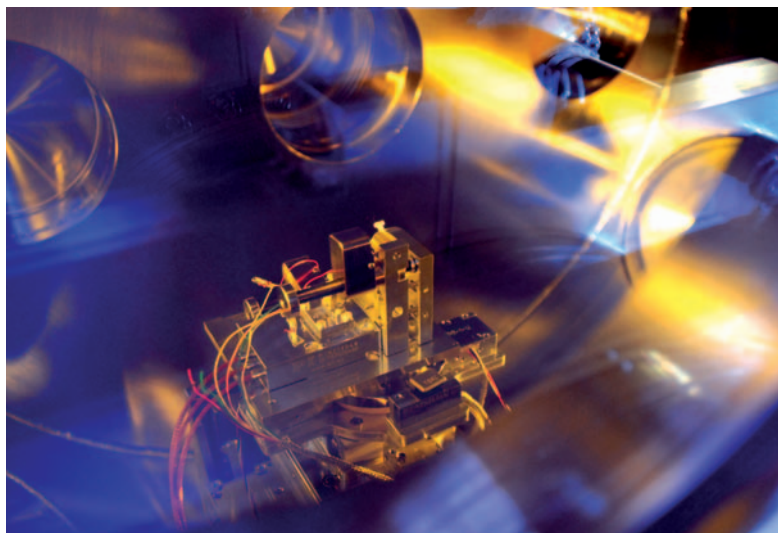
# Die Welt durchleuchten

Ziele und Aktivitäten des Exzellenzclusters „Munich-Centre for Advanced Photonics“

Maike Keuntje

1) [www.munich-photonics.de](http://www.munich-photonics.de)

Lasers bieten die Möglichkeit, die Informationsverarbeitung wesentlich zu beschleunigen und erlauben es, Tumore früher zu entdecken, als es mit herkömmlicher Röntgendiagnostik möglich ist. Um Themen wie diese dreht sich die Forschung im Exzellenzcluster „Munich-Centre for Advanced Photonics“ (MAP), der vor zwei einhalb Jahren seine Arbeit aufgenommen hat.<sup>1)</sup> „Eines unserer Hauptziele ist es, den Laser in neue Bereiche der Physik und der Anwendung hineinzutragen“, erläutert Dietrich Habs, Professor an der LMU und Sprecher von MAP. Die enge Zusammenarbeit mit den medizinischen Fakultäten vor Ort sei erst durch den Cluster zustande gekommen. Ein Ziel dabei ist es, die Röntgendiagnostik wesentlich zu verbessern. Indem die Forscher den Brechungsindex des Gewebes messen, können sie bei stark reduzierter Strahlenbelastung Brustkrebs im Submillimeterbereich entdecken. „Die wenigsten Tumore haben bei dieser Größe Metastasen entwickelt, sodass diese Fortschritte verbesserte Heilungschancen zur Folge hätten“, sagt Habs. Gemeinsam mit Siemens Healthcare wollen die Münchener darüber hinaus



T. Naeser, MPQ

Der Blick in die Vakuum-Experimentierkammer zeigt die Apparatur, in der Atto-

sekundenpulse elektronische Prozesse in der Probe auslösen und fotografieren.

komakte, lasergetriebene Ionenbeschleuniger entwickeln. Diese wären preiswerter als herkömmliche Geräte für die Schwerionenbestrahlung, sodass sie sich viel breiter einsetzen ließen. „Ein besonderes Merkmal unseres Clusters ist, dass wir eng mit einem großen Industriepartner kooperieren und unsere Innovationen dadurch direkt in die klinische Anwendung bringen können“, hebt Dietrich Habs hervor.

Auch in der Grundlagenforschung kommen leistungsstarke

Lasers zum Einsatz: Mit Hochdruck arbeiten Physiker am MPI für Quantenoptik daran, mittels Laserpulsen, die nur aus ein bis zwei Lichtschwingungen bestehen, Attosekundenpulse zu erzeugen. In diesem Zeitbereich spielen sich Elektronenbewegungen in der Materie ab. „Mit Attosekundenpulsen können wir selbst die schnellsten elektronischen Bewegungen in Atomen und Molekülen ‚fotografieren‘“, freut sich Ferenc Krausz, geschäftsführender Direktor am MPQ und stellvertretender Sprecher des Clusters. Mittlerweile lassen sich Lichtpulse nahezu vollständig kontrollieren – das betrifft auch die elektromagnetischen Felder, aus denen ein Puls besteht. „Das eröffnet uns die einzigartige Möglichkeit, die Kräfte auf geladene Teilchen zu kontrollieren, und zwar auf der Zeitskala der Elektronenbewegungen“, führt Krausz aus. Mithilfe dieser Kraft wollen die Forscher mikroskopische Prozesse, an denen Elektronen beteiligt sind, beeinflussen. Ein längerfristiges Ziel ist es, Rechenoperationen etwa eine Million mal schneller als bislang zu machen, indem Lichtwellen die Elek-

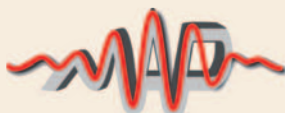
## MUNICH-CENTRE FOR ADVANCED PHOTONICS

### Beteiligte Institutionen:

Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU), Technische Universität München (TUM), Universität der Bundeswehr München (UniBW), Max-Planck-Institut für Quantenoptik (MPQ), Max-Planck-Institut für Extraterrestrische Physik (MPE), Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP), Max-Planck-Institut für Biochemie (MPB), Siemens AG Sector Healthcare

**Sprecher:** Prof. Dr. Dietrich Habs, LMU

**Stellvertretender Sprecher:** Prof. Dr. Ferenc Krausz, LMU und MPQ



### Forschungsfelder:

- Lichtquellen der nächsten Generation
- Brillante Teilchen- und Photonenquellen
- Fundamentale Physik und Kernübergänge
- Optische Übergänge und Quanten-Engineering
- Elektronendynamik in Atomen, Molekülen, Festkörpern und Plasmen
- Moleküldynamik und elementare chemische Reaktionen
- Biomoleküle und Nanobausteine
- Laserbasierte Photonen- und Teilchenstrahlen für die Medizin

tronen kontrollieren. Im Bereich der Medizin können ultraschnelle Lichtpulse dazu dienen, die Entstehung einer Krebserkrankung auf molekularer Ebene zu entschlüsseln und eines Tages hoffentlich auch gezielt zu beeinflussen.

Hohe Laserintensitäten sind gefragt, wenn es darum geht, Teilchen in den starken Lichtfeldern zu beschleunigen. Wenn stark beschleunigte Elektronen mit den virtuellen Teilchen des Vakuums wechselwirken, werden sie gestreut und lassen sich über die dabei entstehende Röntgenstrahlung nachweisen. Damit lässt sich erstmals diese bislang nur theoretisch vorhergesagte Unruh-Strahlung experimentell überprüfen. „Wir können aus einer anderen Perspektive als z. B. das CERN zu fundamentalen Fragen der Physik wichtige Antworten finden“, beschreibt Dietrich Habs. Die Kombination aus weltweit führender Forschung im Bereich intensiver Kurzpulslaser und vielfältigen Anwendungen dieser Laser ist einzigartig in München: „Ein solches Spektrum von der Laserentwicklung bis zu den Applikationen gibt es in dieser Breite und auf diesem Niveau an keinem anderen Ort“, fasst Ferenc Krausz zusammen.

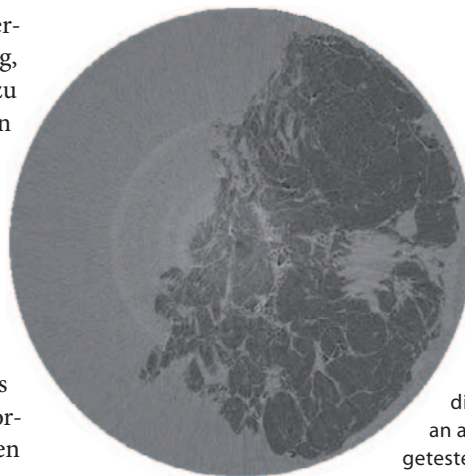
### Spitzenforscher mit Sogwirkung

Etwa 200 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler forschen im Rahmen von MAP an 45 Teilprojekten. Bislang haben ein W3- und vier W2-Professoren einen Ruf nach München angenommen, je zwei weitere W2- und W3-Stellen sind vorgesehen. Für Ferenc Krausz sind die Forscher entscheidend für den Erfolg eines Standorts: „Nur wenn man fähig ist, weltweit führende Wissenschaftler anzuwerben, ist man auf dem richtigen Weg“, meint er. Mit Stolz berichtet er, dass Immanuel Bloch – ein Experte für ultrakalte Gase in optischen Gittern – Ende 2008 einen Lehrstuhl an der LMU und einen Direktorposten am MPQ übernommen und Rufe nach Harvard und Stanford abgelehnt hat. Zwar wird Bloch nicht aus Clustermitteln bezahlt, aber er

wird MAP künftig kräftig unterstützen. „Wir sind auf dem Weg, einen weiteren großen Erfolg zu landen“, erzählt Krausz von den laufenden Verhandlungen mit Mikhail Lukin von der Harvard University, der an der Schnittstelle zwischen Quantenoptik und Festkörperphysik forscht. Entscheidend sei für diese Spitzenforscher in erster Linie ein herausragendes Umfeld und die erstklassige Forschungsausstattung in München durch die Zusammenarbeit von Hochschule und Max-Planck-Gesellschaft sowie die einzigartige Möglichkeit, die Ausrichtung des Clusters bei der erhofften Fortsetzung der Förderung entscheidend zu prägen. „Diese beiden Forscher werden den Wissenschaftsstandort München massiv verstärken und eine weitere Sogwirkung zur Folge haben“, freut sich Ferenc Krausz, der hofft, dass es Lukin tatsächlich an die Isar ziehen wird.

Mit Toshi Tajima forscht für ein Jahr – dank der Mittel aus der Exzellenzinitiative – der „Erfinder“ der Laserbeschleunigung in München. „Tajima ist ein hervorragender Theoretiker und ein großartiger Gewinn für MAP“, ist Dietrich Habs überzeugt. Mit Hartmut Ruhl stärkt ein weiterer Forscher von internationalem Ansehen die Theorie im Cluster. Mithilfe von Simulationen auf einem Supercomputer will der neue LMU-Professor praktische Probleme aus dem Labor lösen. „Wir leben ganz wesentlich von Rechnervorhersagen und können damit unsere Experimente gezielt planen“, erläutert Habs und scherzt: „Das ist längst kein blindes Stochern im Nebel mehr.“

Die MAP-Wissenschaftler arbeiten eng mit drei anderen Münchener Exzellenzclustern zusammen. Die meisten Berührungspunkte finden sich mit der „Nano Initiative Munich“, da es in der Quantenoptik die starke Tendenz gibt, Methoden und Techniken, die man in der Gasphase an einzelnen Atomen oder Molekülen getestet hat, auf Festkörpersysteme auszuweiten. Beim „Center for Integrated Protein Science“ dienen die MAP-



Die Messung des Brechungsindex des Brustgewebes (15 cm Durchmesser) führt zu einer hoch aufgelösten Aufnahme des Karzinoms. Bislang wird die neue Technik noch an amputierten Brüsten getestet.

Lasersysteme dazu, die Proteinstrukturen aufzuklären. Darüber hinaus schlagen die leistungsstarken Laser die Brücke zum Cluster „Origin and Structure of the Universe“.

Ziemlich genau die Hälfte der fünfjährigen Förderperiode ist vorbei. Die Wissenschaftler von MAP nutzen diese Gelegenheit, um ihren Cluster Mitte des Jahres von 14 externen Experten begutachten zu lassen. „Das soll uns zeigen, ob wir unsere Schwerpunkte richtig gesetzt haben“, sagt Dietrich Habs. Außerdem wurden die Fördermittel nur für die ersten drei Jahre auf die jeweiligen Projekte verteilt. „Mit der Begutachtung wollen wir die Weichen für die kommenden zwei Jahre stellen und uns für die nächste Antragsrunde rüsten“, ergänzt Ferenc Krausz. Die beiden hoffen natürlich, dass der Cluster über die fünf Jahre hinaus gefördert wird und wünschen sich die baldige Gewissheit über die Fortsetzung der Exzellenzinitiative. „Damit haben deutsche Universitäten erstmals die Chance, zu den Spitzenuniversitäten der Welt aufzuschließen“, ist Dietrich Habs überzeugt.

### DIE EXZELLENZCLUSTER

Mit diesem Beitrag endet die Vorstellung der Exzellenzcluster mit Schwerpunkt in der Physik:

- Center for Functional Nanostructures (CFN), Karlsruhe, s. Physik Journal, Februar 2009, S. 22
- Munich-Center for Advanced Photonics (MAP), München
- Nanosystems Initiative Munich (NIM), München, s. Physik Journal, November 2008, S. 24
- Origin and Structure of the Universe, München, s. Physik Journal, Juni 2008, S. 26
- Centre for Quantum Engineering and Space-Time Research (QUEST), Hannover, s. Physik Journal, August/September 2008, S. 30