

Ein ELCH in Kassel

Wer es als Universität geschafft hat, dass einer seiner Fachbereiche von der Deutschen Forschungs-Gemeinschaft (DFG) als Sonderforschungsbereich gefördert wird, der kann recht zufrieden sein – die Sonderforschungsbereiche sind sozusagen die Flaggschiffe des Vereins, der sich als zentrale Selbstverwaltungsorganisation der Wissenschaft in Deutschland um die Förderung von Grundlagenforschungsprojekten an Hochschulen und anderen Forschungseinrichtungen kümmert und dafür derzeit jährlich 3,2 Milliarden Euro hauptsächlich vom Bund und den Ländern bekommt.

In Kassel hat die Universität in den Instituten für Physik und für Chemie Anfang des Jahres einen Sonderforschungsbereich bewilligt bekommen, der vorerst für vier Jahre mit elf Millionen Euro gefördert wird. Das Langzeitprojekt ist im Verbund mit der Goethe-Universität Frankfurt, der Philipps-Universität Marburg und dem Deutschen Elektronen-Synchrotron DESY Hamburg entstanden. Zehn Arbeitsgruppen umfasst dieser Verbund, von denen allein in Kassel sieben angesiedelt sind. Worum es geht, verrät der Name des Projekts – ELCH – nicht ohne Weiteres. ELCH, das ist die Abkürzung für „Extremes Licht für die Analyse und Kontrolle von molekularer Chiralität“. „Es geht dabei um physikalische Grundlagenforschung“, erläutert Professor Thomas Baumert, der Sprecher des Projekts. „Die Neugier der Forscher steht hierbei im Vordergrund, nicht die Frage nach der unmittelbaren Anwendbarkeit.“ Nur solcherlei Grundlagenforschung wird von der DFG unterstützt.

Was aber ist ELCH? Es geht um Laserphysik, und die in Kassel genutzte Basistechnologie ist die, für die dieses Jahr der Physik-Nobelpreis verliehen wurde. Es geht weiterhin um Händigkeit, in der Naturwissenschaft als Chiralität bezeichnet. Wer bei Händigkeit an Hände denkt, ist beim wohl einfachsten Weg angelangt, das Phänomen zu erklären: Die linke und die rechte Hand des Menschen sind nicht kongruent, also nicht deckungsgleich. Händige Objekte – wie eben Hände – gehen mit anderen händigen Objekten Wechselwirkungen ein, die unterschiedliche Auswirkungen haben. So können sich Menschen jeweils die rechten oder die linken Hände zur Begrüßung geben, mit seiner Rechten jemandes Linke zu ergreifen hat als „Händchenhalten“ eine ganz andere Funktion.

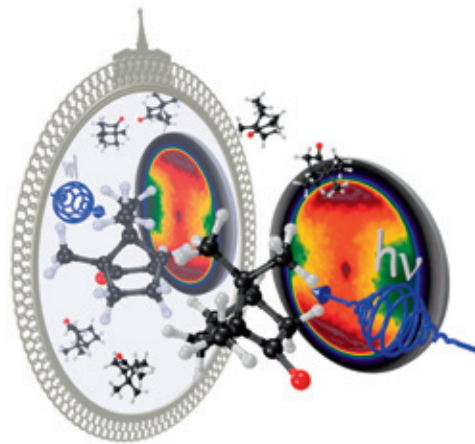
Genau solche Wechselwirkungen untersuchen die rund 50 Wissenschaftler und Studenten des Projekts ELCH im Bereich der Moleküle. Auch die gern als Bausteine des Lebens bezeichneten Moleküle weisen häufig Eigenschaften von Händigkeit auf. So können eigentlich aus identischen Ansammlungen von Atomen bestehende chirale Moleküle unterschiedlich auf äußere Einflüsse rea-



Fokussiertes Weißlicht

gieren. Um dies zu verdeutlichen, verweist Prof. Baumert auf die Nebenwirkungen des Medikaments Contergan: „Das Medikament wurde im Körper zu Molekülen abgebaut, deren eine Händigkeit die gewünschte medizinische Wirkung brachte, deren andere aber massive Schädigungen bei Nachkommen verursachte.“

Um die Chiralität von Molekülen zu erforschen, greifen die ELCH-Wissenschaftler auf Licht zurück, weil es ebenfalls chiral sein kann und mit anderen chiralen Objekten in Wechselwirkung treten kann. Dieser Umstand ist schon länger bekannt, auf der Ebene einzelner Moleküle aber bislang wenig erforscht.



Künstlerische Darstellung einer Chiralitätsmessung am Cramer-Molekül. Das chirale Molekül, der zirkularpolarisierte ultrakurze – chirale – Lichtpuls und das Messergebnis auf dem Detektor sind per Spiegel in ihrer jeweiligen gegensätzlichen Händigkeit gezeigt. Grafik: Prof. Dr. Matthias Wollenhaupt.

Beim ELCH-Projekt treten einzelne Moleküle in Wechselwirkung mit Licht. Dafür muss man diese isolieren, was in einem Vakuum geschieht. Und man muss die Einzelmoleküle nachweisen, wofür in Kassel gerne mit Ionisierung gearbeitet wird. Dabei werden aus einem Molekül eines oder mehrere Elektronen entfernt, so dass das Molekül als positiv geladenes Ion zurückbleibt. Sowohl die Ionen als auch die freien Elektronen und deren Flugbahnen lassen Rückschlüsse auf den chiralen Charakter der zugrundeliegenden Moleküle zu.

Ein vereinzelt Molekül bewegt sich wechselwirkungsfrei, also in erster

Linie stoßfrei, im Vakuum, bis es einen äußeren Impuls über das Licht erhält. Der im Projekttitlel ELCH enthaltene Teil „Extremes Licht“ verweist darauf, dass in Kassel, salopp formuliert, mit großem Kaliber auf Elektronen geschossen wird: „Wir wenden alle Lichtbereiche von ganz kurzen bis ganz langen Wellenlängen an, von der Röntgenstrahlung über UV-Licht, sichtbares Licht und Infrarot bis hin zu Mikrowellen“, so Prof. Baumert. Die Lichtimpulse, die auf die Moleküle einwirken, sind extrem intensiv – und extrem kurz. Gearbeitet wird im Bereich einer Billiardstel Sekunde, Femtosekunde genannt (10^{-15} Sekunden). Man muss sich den Effekt ähnlich wie bei einem schnell fahrenden Auto vorstellen: Um es zu



Fotos: Paavo Bläfield

Prof. Dr. Thomas Baumert und Mitarbeiter im Laserlabor. Im Vordergrund das weiße Licht der verstärkten ultrakurzen Laserpulse; im Hintergrund das grüne Licht des Pumpasers, der die Energie zur Verstärkung dieser ultrakurzen Pulse erbringt.

fotografieren, um also sozusagen seine wahre Gestalt zu erfassen, muss man eine extrem kurze Belichtungszeit wählen. „Ein kurzer Laserpuls wirkt wie ein Hammer, und so hat ein Molekül zwei Möglichkeiten: Es geht kaputt, oder es kommt irgendwie wieder ins Gleichgewicht“, erläutert Prof. Baumert. Und indem man dies beobachtet, lernt man viel über die Händigkeit von Molekülen.

Den Vorteil dieser Arbeit gegenüber anderen wissenschaftlichen Methoden unterstreicht Dipl. Phys. Tillmann Kalas, Geschäftsführer des Sonderforschungsbereiches: „Wir können mit Licht mehr Kraft auf Moleküle ausüben als Chemiker mit ihren Mitteln.“ Und das Instrumentarium, das für die Experimente in Kassel und den Partnerinstitutionen zur Verfügung steht, ist weltweit einmalig, wie Prof. Baumert berichtet.

Aber die Wissenschaftler in Kassel und in den anderen am Projekt beteiligten Städten wollen es beim Lernen nicht belassen. Sie möchten Licht als Werkzeug einsetzen, um dereinst zum Beispiel aus einem linkshändigen ein rechtshändiges Molekül zu machen. „Das hat bisher noch niemand geschafft“ verdeutlicht Prof. Baumert die Herausforderung. „Es wäre ein sehr großer Erfolg.“

Gleichwohl der zentrale Aspekt von Grundlagenforschung eben nicht die unmittelbare Anwendbarkeit des Erforschten ist – ein Umstand, auf den Prof. Baumert im Gespräch wiederholt hinweist –, lassen sich mögliche Anwendungsfelder dessen, was im ELCH-Verbund erforscht wird, durchaus skizzieren: „Chirale Substanzen sind lebenswichtig für die Pharmazie“, erläutert Prof. Baumert. Die Produkte müssten immer reiner werden, und das könnten die Instrumente, die bei ELCH zum Einsatz kommen, testen. „Wir haben Nachweismethoden, die die aktuell gängigen um Längen schlagen. Außerdem brauchen wir, da wir mit einzelnen Molekülen arbeiten, sehr wenig Material, und sind sehr schnell, weil wir mit hochempfindlichen Detektoren arbeiten.“ Nach einer kurzen Pause fügt der Physiker hinzu: „Das kann den Bereich revolutionieren.“ Und dann lacht er kurz auf, als wolle er aufkommende Erwartungshaltungen dämpfen. „Es geht darum, Wissen zu schaffen, und zwar Wissen, das uns weiterbringt.“ Es geht wie gesagt um Grundlagenforschung. hs

Oszilloskop mit dem elektronischen Signal eines ultrakurzen Laserpulses. Im Hintergrund die Indikatorleuchtdioden des räumlichen Strahlstabilisierungssystems.



SFB 1319 ELCH, Institut für Physik, Universität Kassel,
Heinrich-Plett-Straße 40, 34132 Kassel
sfb1319@uni-kassel.de, www.uni-kassel.de/sfb1319

Der SFB 1319 arbeitet zur Visualisierung seiner Arbeit auch mit der Kasseler Kunsthochschule zusammen. Das erste Ergebnis dieser Kooperation ist ein Film, der auf der SFB-Homepage zu finden ist.