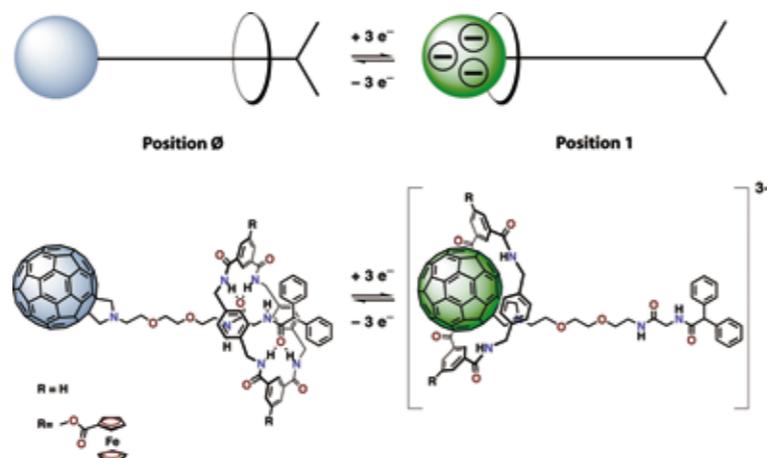


BEZAUBERNDENDES WECHSELSPIEL DER FARBEN

AURELIO MATEO-ALONSO
JUNIOR FELLOW
SCHOOL OF
SOFT MATTER RESEARCH

„Ich mag aromatische Moleküle sehr“, gesteht Aurelio Mateo-Alonso. Seine Begeisterung rührt aber nicht daher, dass er feine Düfte liebt. Zwar stammt der Name „Aromaten“ tatsächlich von wohlriechenden Stoffen wie Zimtsäure oder Vanillin, die schon früh im 19. Jahrhundert isoliert und charakterisiert werden konnten. Die Moleküle, die der gebürtige Madrilene heute synthetisiert, haben mit edlen Gewürzen nichts gemein und sind sehr viel größer und weitaus schwieriger zu synthetisieren als die einfach aufgebauten Benzolverbindungen, die der Stoffklasse einst den Namen gaben. Aurelio Mateo-Alonso arbeitet an der Entwicklung von neuen molekularen und supramolekularen Materialien. Seit März 2009 forscht er als Junior Fellow am FRIAS gemeinsam mit Niksa Kulisic, Sandeep More, Sunil Choudhary und Francesco Scarel, die aus Kroatien, Indien und Italien nach Freiburg gekommen sind, um hier die Entwicklung und Anwendung molekularer Maschinen sowie die Synthese komplexer aromatischer Moleküle und Supermoleküle voranzutreiben. Die fünf Chemiker, die man sehr häufig gemeinsam durchs FRIAS und übers Universitätsgelände schlendern sieht, wirken stets beneidenswert gut gelaunt,

und es ist ihnen nicht anzusehen, wie viel Durchhaltevermögen ein in der organischen Chemie tätiger Wissenschaftler, der sich an die Synthese innovativer Verbindungen heranwagt, manchmal aufbringen muss. Aurelio Mateo-Alonso haben beispielsweise seine Arbeiten an molekularen Maschinen jede Menge Geduld abverlangt. Diese Riesensysteme sind aus einer definierten Anzahl molekularer Komponenten zusammengesetzt und können, wenn sie einen geeigneten Stimulus von außen erhalten, eine präzise Bewegung ausführen. Mehrere Jahre und eine hohe Frustrationstoleranz waren nötig, bis der junge Spanier eindrucksvoll zeigen konnte, dass Fullerene, die auch zu den Aromaten zählen und wegen ihrer besonderen Form gerne Fußballmoleküle genannt werden, aktiv Aufgaben in molekularen Maschinen übernehmen können. Der Nachwuchswissenschaftler baute die Fullerene als Stopper an den Enden eines Rotaxans ein. Rotaxane zeigen dieselbe Struktur wie ein Abakus. Sie bestehen aus einer linearen molekularen Einheit, auf der mindestens ein Makrozyklus wie ein Ring aufgefädelt ist. „Wir nutzen die Fullerene so, dass sie den Makrozyklus anregen, sich auf der linearen Kette



hin- und herzubewegen“, erklärt der Chemiker begeistert. Derartige molekulare Bewegungen können beispielsweise durch Licht angetriebene Elektronentransferprozesse beeinflussen und könnten Fullerene, die heute bereits als wertvolle Bausteine für neue Materialien in der Fotovoltaik, der nichtlinearen Optik, der Optoelektronik und der Medizin zum Einsatz kommen, noch interessanter machen. Doch die mögliche industrielle Nutzung seiner molekularen Maschinen beschäftigt Aurelio Mateo-Alonso gegenwärtig nur am Rande. „Wir müssen erst einmal in der Lage sein, komplexe molekulare Maschinen zu konstruieren und einfache Anwendungen zu kontrollieren“, erklärt der Chemiker, der in diesem Projekt eng mit Francesco Scarel zusammenarbeitet. „Die Entwicklung molekularer Maschinen steht noch ganz am Anfang, und wir wissen nicht, für welche Aufgaben diese Moleküle irgendwann einmal tatsächlich taugen.“

Auch in dem zweiten Projekt, das sein Team verfolgt, geht es um die aufwendige Synthese komplexer aromatischer Moleküle. Im Visier hat der Junior Fellow sogenannte Azaacene, in denen Benzolringe linear mit Pyrazinringen (Benzolringe mit zwei Stickstoffatomen) verschmolzen sind. Je mehr Benzolringe aneinandergereiht sind, desto interessanter sind ihre Eigenschaften für optoelektronische Anwendungen, wie etwa in der Halbleitertechnik oder der Fotovoltaik. Steigt die Zahl der Benzolringe, nimmt auch die Fähigkeit des Moleküls zu, elektrische Ladungen zu transportieren. Leider sinkt dabei auch seine Stabilität. „Wir versuchen neue und stabilere Azaacene herzustellen und außerdem den Syntheseweg zu vereinfachen“, erklärt Aurelio Mateo-Alonso. Ge-



Halochromie von Azaacenen synthetisiert von Aurelio Mateo-Alonso Team

meinsam mit Niksa Kulisic, Sandeep More und Sunil Choudhary hat er an Molekülen aus mindestens sieben verschmolzenen Benzolringen gearbeitet. An vier Stellen im Molekül haben die Chemiker Kohlenstoff gegen Stickstoffatome ausgetauscht und konnten damit die Synthese vereinfachen, ohne dass die leitenden Eigenschaften der Verbindung beeinträchtigt wurden. Durch das Anhängen passender Gruppen ist es ihnen überdies gelungen, das eigentlich unlösliche Material in Lösung zu bringen. Denn damit die Wissenschaftler ihre Syntheseprodukte problemlos in Materialien für elektronische Anwendungen einfügen oder im Massenspektrometer prüfen können, welchen Stoff sie synthetisiert haben, müssen sie die Substanz in Lösung bringen. Auch hier war Ausdauer vonnöten. Eineinhalb Jahre mussten Aurelio Mateo-Alonso und seine Kollegen experimentieren, bis die Synthese so funktionierte, wie sie sich das erhofft hatten. Interessant könnten die neuen Stoffe vor allem für die Halbleitertechnologie sein, in der schon lange nach Alternativen zum dominierenden Silizium ge-

sucht wird. Doch mit der Synthese alleine ist es nicht getan. Die neuen Verbindungen müssen auch gereinigt und im Detail charakterisiert werden, bevor neue Experimente damit möglich sind. „Das alles ist sehr zeitaufwendig“, erzählt Aurelio Mateo-Alonso. Doch dank des tollen Teams und der hervorragenden Ausstattung, die ihm das FRIAS zur Verfügung stellt, sind diese Arbeitsschritte leichter geworden. Optische und elektrochemische Charakterisierungen können die Nachwuchswissenschaftler beispielsweise parallel zu Synthesearbeiten ausführen, weil alle dafür nötigen Geräte im Labor unmittelbar nebeneinander stehen. Gutes Arbeitsklima, tolle Technik: Eine schnelle Rückkehr in sein Heimatland ist für den Spanier erst einmal ausgeschlossen. Außerdem hat er noch eine Menge Ideen, die er am FRIAS verwirklichen will. Bleibt nur noch eine Frage zu beantworten: Warum liebt er eigentlich aromatische Moleküle so sehr, die noch nicht einmal mehr duften und ihn so viel Zeit und Nerven kosten? „Wegen des bezaubernden, prachtvollen Wechselspiels ihrer Farben“, sagt der Chemiker. Viele Farbstoffe sind nämlich nichts anderes als Aromaten. (kb)

Niksa Kulisic,
Sunil Choudhary,
Sandeep More,
Francesco Scarel und
Aurelio Mateo-Alonso
(v.l.n.r.)

