

Michel Calame: Forschen an der Grenze

Mit Blick über den Tellerrand

18.01.2018 | RAINER KLOSE

Michel Calame leitet die Forschungsabteilung «Transport at Nanoscale Interfaces» an der Empa. Der Name ist Programm: Der Physiker will dort forschen, wo sich Biologie und Physik begegnen, feuchte Systeme auf trockene Elektronik treffen und Nano-Maschinen vor lauter Kleinheit quantenmechanische Effekte zeigen. Systemgrenzen sind sein Metier.



Hier ist jemand auf Entdeckungsreise. Das spürt man bereits nach wenigen Sekunden. Wobei der Begriff «Reise» die Geschwindigkeit von Michel Calame nur unpassend wiedergibt. Also besser: Erkundungsmission? Jedenfalls geht es um ein bisher nur notdürftig kartografiertes Gebiet – einen weissen Fleck auf der Landkarte der Forschung. Calame mag nicht innerhalb bekannter Systeme seine Forschung treiben – in der Welt der Kristalle, der Bioorganismen, der regelmässigen Nanostrukturen – er möchte vielmehr an der Stelle suchen, an der ein System endet und auf ein anderes trifft. Wo die Gesetze der einen Welt verblassen und die Gesetze der anderen Welt zu wirken beginnen.

Vom Trockenen ins Nasse

Gesucht hat er offenbar schon immer. Studium der Physik in Neuenburg und Promotion auf dem Gebiet supraleitender Dünnschichten, danach ein Intermezzo beim Eidgenössischen Institut für Metrologie (METAS), hier ging es um die Entwicklung neuartiger Tieftemperatur-Transistoren. Dann zog es ihn an die Rockefeller University nach New York, in eine Forschungsgruppe, die sich mit molekularer Biophysik beschäftigt. «Fürchterlich, Biophysik – das ist ja nass!», hätten seine Studienkollegen damals gesagt, erzählt Calame. Physiker lieben das feuchte Metier nicht besonders, doch ihn reizte gerade dieser Aufbruch in die Welt jenseits seines bisherigen Erfahrungshorizonts. «Lebendige Organismen sind viel zu interessant, um sie nur den Biologen zu lassen.»



Seither ist er Grenzgänger in Forschungsfragen geblieben. «Interfaces» – die Grenzflächen und Berührungspunkte zwischen verschiedenen Materialien, aber auch zwischen den Forschungsdisziplinen, die wecken seine Neugier. «Beobachtungen auf der Nanometerskala sind besonders schön», sagt Michel Calame, «denn da trifft Physik auf Biologie und auf Chemie. Dort sind die Strukturen so klein, dass ein Elektron nicht einfach irgendwo hinüberhüpft, wie ein Chemiker es nennen würde. Hier, im Kleinen, wird die Wellennatur des Elektrons deutlich. Hier sehe ich Quanteneffekte bei Raumtemperatur.» Schnell und präzise erläutert er das, und man kann es in seinem Gesicht leuchten sehen.

Strukturen treffen auf Funktionalität

Seit Oktober 2016 leitet Calame nun die Forschungsabteilung mit rund 40 Mitarbeitenden. Ein neugieriger Chef ist ja gut – aber wohin genau führt die Erkundungsmission ihn und sein Team? Ein kleiner Exkurs durch die Physik folgt, bevor das Forschungsgebiet umrissen ist: In den 1980er-Jahren wurden Atome erstmals für die Menschheit zu greifbaren Objekten; Don Eigler vom IBM-Forschungslabor in Almaden (an dem übrigens auch Empa-Direktor Gian-Luca Bona mehrere Jahre arbeitete) arrangierte 35 Xenonatome auf einer Oberfläche zu den Buchstaben «IBM». «Später, in den 1990ern, staunten wir über Erfolge in der Nanofabrikation – das war wie Lego spielen in der Nanowelt», so Calame. «Transport at Nanoscale Interfaces»

Doch heute liegt das Interesse nicht mehr allein auf der Herstellung kleiner Strukturen, sondern mehr und mehr bei den Funktionalitäten, die sich damit erzielen lassen. Transportphänomene aller Art finden statt, und je nach Forschungsdisziplin driften die Interpretationen auseinander: Physiker sprechen vom Ladungstransport, Chemiker eher vom Ladungstransfer. Die einen betrachten den Fluss als Ganzes, die anderen beobachten einzelne Tröpfchen. Doch die Grenzen zwischen den Disziplinen verschwimmen von Jahr zu Jahr mehr. Es entsteht eine «Zwischenzone», und Michel Calame und seine Kolleginnen und Kollegen lockt ein Ziel, das genau dort zu finden ist: Engineering mit Multi-Atom-Bausteinen, etwa funktionellen Molekülen, Kristalliten oder Quantenpunkten.

Molekulare Schalter und ein Nobelpreis

«Atomverbände sind die kleinsten Einheiten, an denen wir noch mit überschaubaren technischen Mitteln arbeiten können. Am Molekül oder einem Nanokristall und dessen Elektronenhülle kann ein Ingenieur noch manipulieren – am Atomkern geht das nicht mehr», sagt der Empa-Forscher. Seit zehn Jahren ist Calame auf diesem Gebiet aktiv. 2008 erscheint sein Name auf einer Publikation über molekulare Schalter, die auf sichtbares Licht reagieren. Co-Autor ist Ben Feringa, einer der aktuellen Nobelpreisträger für Chemie. Doch einzelne Schalter bewirken nicht viel – wie wäre es mit einem Cluster von Atomen, montiert auf Millionen von Nanopartikeln, die sich auf einer Oberfläche von selbst anordnen und ausrichten? Wie kommt man von da zu einer Interaktion mit biologischen Systemen? Wie führt von dort aus der Weg zur Nano-Elektronik von morgen?

Hier kommen Kolleginnen und Kollegen ins Spiel, die an der Empa verwandte Disziplinen bearbeiten: In Roman Fasels Labor, «Nanotech at Surfaces», werden Graphene synthetisiert, die als Elektronikbausteine der Zukunft gelten; Hans Hug, ein Mikroskopie-Spezialist, manipuliert mit seinem Team in der Forschungsabteilung «Nanoscale Materials Science» Elektronenhüllen an Atomen; Maksym Kovalenko forscht, sowohl an der Empa als auch an der ETH Zürich, an der Selbstorganisation von Nanopartikeln; René Rossi in der Abteilung «Biomimetic Membranes and Textiles» untersucht die Oberflächeneigenschaften menschlicher Haut und erkundet funktionelle Textilien; Katharina Maniura von der Abteilung «Biointerfaces» forscht an Biofilmen auf anorganischen Materialien.

«Die Empa hat alles, was ich brauche»

Dieses wissenschaftliche Umfeld liefert nun auch die Erklärung, warum es Michel Calame nach 16 Jahren Forschung und Lehre an der Universität Basel an die Empa verschlagen hat. «Die Empa hat alles, was ich brauche:



Rastertunnel- und Transmissionselektronenmikroskope, NMR und UV-Vis-Spektroskopie, «Focused Ion Beam» (FIB) für die Oberflächenanalyse. Und hier gibt es auch die Leute, die damit umgehen können. Ich brauche das hier vorhandene Know-how in den Materialwissenschaften, um meine Systeme besser zu verstehen», sagt Michel Calame.

Ein schöner Nebenaspekt beim Umzug an die Empa: «Die Nähe zu den Bergen und Seen.» Calame ist im Val de Travers, westlich des Neuenburger Sees, aufgewachsen; zur Entspannung zieht es den Wissenschaftler und Stadtmenschen öfters auf einen Wanderpfad. Doch zunächst muss das neue Familiendomizil, ein 44 Jahre altes Gebäude oberhalb des Greifensees, für die Zukunft flottgemacht werden. Statt Bergluft gibt es also zuerst einmal Baustaub.

Seiner akademischen Heimat, der Universität Basel, wird Calame noch einige Jahre treu bleiben. Am 26. Oktober 2017 wurde er dort zum Titularprofessor für Nanowissenschaften ernannt. «Let's put the atoms and molecules to work», sei sein Motto, sagt Calame, und er erläutert noch einmal, wofür das gut sein soll: Hier, auf der Nanoskala, lassen sich Bausteine für neue Schalter und neue Computer finden. Hier erwacht die personalisierte Medizin, hier liegt der Schlüssel zu neuen Mensch-Maschine-Schnittstellen. Hier werden vielleicht gezielte Eingriffe in die Nanoskala des Menschen möglich, die es einst vielleicht überflüssig machen, Medikamente in grosser Menge zu schlucken, die den ganzen Körper und sämtliche Organe und Gewebe überfluten.

Dann schaut er zurück aufs 20. Jahrhundert. Es sei das Jahrhundert der Physik gewesen. Nasa, Raumfahrt, Kernspaltung, Kernfusion. Das 21. Jahrhundert werde zum Jahrhundert von Neuroscience und Biotech. «Ich bin 1969 geboren – ich bin also ein Kind des Raumfahrtzeitalters», sagt Michel Calame. «Für die nächste Forschergeneration, die wir jetzt ausbilden, gilt der Wissenschafts-Wettlauf nicht mehr dem Mond. Nun geht es ums Innere des Menschen, um das Verstehen der kleinsten, wesentlichen Details.»