



Vom möglichen Nobelpreiskandidaten zum schwärzesten Schaf der Forschungsszene – der österreichische Physiker Jan Hendrik Schön durchmaß in seiner Forschungskarriere in Extremsportmanier berufliche Höhen und Tiefen. Noch zur Jahrtausendwende nahm der damals Dreißigjährige nonchalant Auszeichnungen für seine „richtungweisenden“ Arbeiten über organische Halbleiter entgegen. Zwei Jahre später war der Forschungsnepp aufgefliegen. Eine von Schöns Brötchengeber, den Bell Labs, eingesetzte Untersuchungskommission kam überein, ihr wissenschaftliches Wunderkind wegen gefälschter Messdaten zu verstoßen. Jahrelang hatte der vermeintliche Spitzenforscher seine Papierrevolten leichten Herzens publizistisch ausgeschlachtet.

Dem Riesenskandal folgte schließlich ein reinigendes Gewitter. Heute sind weite Teile der Nanotechnologien von einer sanfteren Tonalität bestimmt. Das Reich der Spekulation ist tabu, Betreten zählt unter Forschern zum schlechten Ton. Die Forschung selbst läuft im Nanobereich freilich weiterhin auf Hochtouren. Vor allem organischen Molekülen gilt die Aufmerksamkeit der Wissenschaftler. Sie sollen noch nie da gewesene Materialeigenschaften ermöglichen.

Hauptsache organisch. Spaltet man ein Menschenhaar rund 50.000-mal hintereinander, ist man dort, wo gemeinhin die Nanowissenschaften zuhause sind: Sie beschäftigen sich mit dem Anordnen von Atomen zu Molekülen, in der Hoffnung, den neuen Verbindungen auch neue Eigenschaften einzuverleiben. Die Arbeit mit Atomverbin-

Organisierte Atome

NANOTECHNOLOGIE Optimierten organischen Molekülen gehört die industrielle Zukunft. Wie intelligente Atomverbindungen früher als gedacht Praxisbereiche wie die Sensorik erobern könnten.

dungen mündete bereits früh in industriellen Aufgaben. So spielten anorganische Moleküle - Verbindungen ohne Kohlenwasserstoff - eine tragende Rolle bei der Optimierung von Katalysatoren. Heute tritt im Millionstel-Millimeter-Bereich zusehends ihr organisches Pendant ins Rampenlicht. Denn die organischen Teilchenverbindungen zeichnen sich durch ihre stattliche Größe aus. Anders als flüchtige anorganische Moleküle, die den Festkörperzustand bei Raumtemperatur nicht erreichen, eignen sie sich zur Bildung sogenannter Mo-

ler auf organische Teilchenverbindungen um. Unerlässlich dabei ist die harmonische Zusammenführung der Moleküle mit dem Substrat - in Winklers Fall Gold. Lange Zeit war die Lösung in Alkohol, wo Moleküle so lange ihrer Bestimmung harren, bis das Substrat schließlich auf Tuchfühlung geht, das Um und Auf. Heute ist die Methode in die Jahre gekommen und ihre Ablöse zeichnet sich gerade ab. Höher in des Wissenschaftlers Gunst steht das Aufdampfen im Ultrahochvakuum. „Das Prozedere ist kontrollierbarer und weniger zeitintensiv“, begrün-

Michael Ramsey (r.), Physikprofessor an der Universität Graz: „Erstmals eine gewisse Ordnung im Wildwuchs der Moleküle.“

lekülfilm. Diese zu größeren Gebilden herangewachsenen Molekülstrukturen sind in der Wissenschaft hochwillkommen, denn die Menge macht es aus. Organische Moleküle bringen aber auch neue chemische und elektrische Eigenschaften ins Spiel. Laut Experten könnten Molekülfilm Bereiche wie die Sensorik und Halbleiterindustrie künftig auf den Kopf stellen. Bestes Beispiel ist die Vorbeugung von Chemieunfällen mithilfe raffinierter Sensorik: Maßgeschneiderte Molekülfilmwürden beim Austreten bösartiger Gase Alarm schlagen.

Schichtbetrieb. „Wir versuchen, organische Moleküle so auf einem Substrat zu positionieren, dass chemisch reaktive Schichten entstehen“, erklärt Adolf Winkler, Forscher am Institut für Festkörperphysik der TU Graz. Über dreißig Forschungsjahre investierte der Professor in die Untersuchung anorganischer Moleküle. Dann sattelte Wink-

det Winkler Vorlieben. Befindet sich der Molekülfilm auf dem Substrat, sind Forscher aber erst zur Hälfte am Ziel. Um künftige Anwendungen erst möglich zu machen, müssen sie Molekül-Endgruppen „switchen“. Denn nur bestimmte Atome dieser Endgruppen wirken untereinander reaktiv. Dazu muss man erwünschte Atome dorthin bringen, wo sie wirken sollen. Je nach Anwendung bedarf es gezielter Eingriffe, denn nicht jede Atomverbindung ist „sensorisch“ gleich beschlagen. Anschaulich wird das in Winklers „gruppendynamischer“ Arbeit mit einer Thiolgruppe samt einer Endgruppe. Dabei „switcht“ der Professor Thiocyanat (SCN) zu Isothiocyanat (NCS). Mittels UV-Belichtung tauscht Schwefel - anfangs noch äußerstes Glied der Molekülkette - ganz planmäßig mit Stickstoff den Platz. In der Praxis hieße das: Sobald gefährliche Gase freitreten, würden präparierte Moleküle in Sensoren mit den Gasmole-

**BEKO Engineering Wien
Mit Hochdruck weltweit gefragt**

„BEKO Engineering Wien betreut mit über 130 Mitarbeitern seit 40 Jahren zahlreiche Kunden z.B. in den Branchen Industrieanlagen- und Maschinenbau sowie Technischer Informatik. Durch das breite Fachwissen mit hohem Spezialisierungsgrad konnten im Lauf der Jahre viele Partnerschaften mit Stammkunden aufgebaut werden. So wie die beispielhafte Zusammenarbeit mit der Leobersdorfer Maschinenfabrik AG (LMF), die sich mit ihren Verdichtern weltweit einen Namen gemacht hat“, sagt Ing. Andreas Schwarz, Geschäftsfeldleiter BEKO Engineering.



Die Kompressoren von LMF werden mit modernsten Tools und nach höchsten Standards kundenspezifisch entwickelt und angefertigt. Beim jüngsten Projekt, dem Bau einer Prozessgasanlage für die petrochemische Industrie in Russland, war auch BEKO mit an Bord. Von der Zeichnung bis zur Abnahme der fertigen Anlage hieß es, monatelange



Überlegungs- und Kleinarbeit, um den Auftrag zu erfüllen und auf Sonderwünsche des Kunden einzugehen. Ing. Martin Koller von BEKO war für die Konstruktion, die Erstellung einer Gesamtansicht, die Zeichnung für die Zusammenstellung der Zylinder sowie die Konstruktion eines Prototypen für die Öl-anlage verantwortlich. An diesen sog. „Urtyp“ wurden dann alle sechs Maschinen der Anlage angepasst. Herr Koller hat speziell bei der Anfertigung der Kühlwasserstation und der

Ölanlage, die für den einwandfreien Kompressorbetrieb notwendig sind, sehr viel Know-how mit eingebracht: z.B. mussten sowohl internationale (API) als auch landestypische (GOST) Normen berücksichtigt sowie der sichere Betrieb der Anlage und der Zugang für den Service gewährleistet werden.

„Die LMF AG hat in den letzten Jahren eine äußerst gute Entwicklung vollzogen, die Marktsegmente konnten ausgeweitet werden und die Komplexität der hergestellten Produkte nahm rasant zu. Die rasche Bewältigung dieser Herausforderung im Engineering konnte durch die Zusammenarbeit mit BEKO Engineering Wien bestens durchgeführt werden“, sagt DI Thomas Heumesser, Leitung Engineering von LMF.

BEKO Engineering & Informatik AG
BEKO Engineering. Das Ingenieurbüro.
Tel.: 0820/400 610, www.beko.at



Graz - Klagenfurt - Linz - Salzburg - St. Pölten - Wien

külen umgehend eine Verbindung eingehen und rechtzeitig warnen.

Ordnungsliebend. Den Stammbaum der Molekularforschung kennt „Umsteiger“ Winkler jedenfalls in- und auswendig. Ende der siebziger Jahre sorgten erstmals leitfähige Polymere für Furore, mit einem Schlag wurden damit antistatische Beschichtungen effizienter. Jahre später hoben Forscher erste organische Leuchtdioden aus der Taufe. Zugleich reifte allenthalben die Erkenntnis, lediglich extrem kontrollierte, ultrareine Bedingungen brächten vernünftige Resultate. Der Nano-Boom in den neunziger Jahren hatte nur einen entscheidenden Schönheitsfehler: Zur Goldgräberstimmung gab es Wissenschaftler wie Schön taxfrei dazu. Das weiß auch Michael Ramsey, Forscher am Institut für Physik der Universität Graz. Der Forscher kann von Fortschritten im gezielten Wachstum von Molekülfilmen berichten. Erstmals gebe es eine gewisse Ordnung im Wildwuchs der Moleküle. In Ultrahoch-Vakuumkammern dampfte man auf Substraten wie Silizium, verschiedenen Metallen und Oxiden organische Filme auf. Diese ein bis einhundert Nanometer dünnen Molekülschichten reiften zu immer größeren Strukturen heran – ideal für künftige Anwendungen. Die elementaren Untersuchungen seines Teams, was Moleküle dazu bringt, sich nach bestimmten Mustern auszurichten, dürften demnach erste Früchte tragen. Gewinner könnte abermals die Sensorik sein.

Transferpolitik. Beim Transfer in die Praxis müssen Wissenschaftler wie Ramsey naturgemäß zurückstecken. Der Weg

vom Labor in die Fabrik ist weit, aber nicht unüberwindlich. Die Chancen wohlgeordneter organischer Molekülschichten sind verlockend: Die Lithographie ließe damit runderneuern. Angesichts dreißigfach dünnerer Ergebnisse gegenüber herkömmlichen Lack-Polymer-Schichten bestünde großes Potenzial. Denn im Gegensatz zu Polymeren – besonders langen Molekülketten – trumpfen organische Molekülfilme mit ihrer Struktur auf.

Bei der Nutzbarmachung geht es nicht mehr vorderhand um Nischenanwendungen, wie etwa den Einsatz organischer Leuchtdioden für Displays von Rasierapparaten. 2007 will das in Großbritannien ansässige Unternehmen G24 Innovations erstmals die kommerzielle Produktion besonders dünnfilmiger Solarzellen anlaufen lassen, die ganz ohne Silikon und Schwermetalle auskommen. In Kooperation mit dem Technologieunternehmen Konarka und einer Schweizer Forschungsinstitution sollen auf europäischem Boden Produkte für den weltweiten Vertrieb entstehen. Die Bausteine: Dünnste, auf Filmen aufgetragene Schichten von Titandioxid inklusive manipulierten Molekülen, die bei Lichteinwirkung Elektrizität erzeugen. Die Solarzellen sollen flexibel, verlässlicher und um das Fünffache leichter als traditionelle Solarzellen aus Glas sein. Und auch in Oberösterreich tut sich einiges in Sachen alltagstauglicher Nano-Bausteine. Das Linzer Unternehmen Nanoident entwickelt und produziert als weltweit erster Betrieb photonische Polymersensoren für hochvolumige industrielle Anwendungen. Das Unternehmen setzt auf organische Halbleiter, die dem Sensormarkt in Leistung

Moleküle im Landeanflug

HALBLEITER Wie deutsche Wissenschaftler die Arbeit an organischen Halbleitern vorantreiben.

Neue Ufer hatte jüngst Hans Joachim Räder, Forscher am Max-Planck-Institut für Polymerforschung, im Sinn. Gemeinsam mit Kollegen realisierte er unlängst ein besonders aufwendiges Szenario für organische Riesenmoleküle, die erprobte Methoden rasch an ihre Grenzen stoßen lassen. Zunächst verdampfte man die unlöslichen Atomverbindungen mittels spezieller Massenspektroskopie, hinterher folgte dank elektro-

Dominosteine“, berichtet Räder. Mit diesem besonders leitfähigen System wäre die Produktion kostengünstiger organischer Halbleiter in Reichweite. Doch derzeit ist das Zukunftsmusik. Denn unter Experten der präparativen Chemie herrscht hoher Konsens: Um heute eine Fläche von einem Quadratmillimeter mit einer derartigen Monolage zu beschichten, fällt heute noch unverhältnismäßig hoher



„Die Moleküle ordnen sich auf dem Substrat der Reihe nach an, ähnlich wie Dominosteine.“

Hans Joachim Räder, Forscher am Max-Planck-Institut

statischem Bremsfeld eine „sanfte“ Landung auf dem Substrat. Damit lief erstmals die Herstellung ultradünner kristalliner Schichten mit äußerst großen Graftmolekülen wie am Schnürchen. „Die Moleküle ordnen sich auf dem Substrat der Reihe nach an, ähnlich wie

technischer Aufwand an. „Moleküle unserer aktuellen Forschungsreihen haben unmittelbar wenig industriell verwertbaren Nutzen“, berichtet Räder nicht gerade von einem Nahverhältnis zum kommerziellen Markt. Was nicht ist, kann aber bald werden.

und Wirtschaftlichkeit neue Perspektiven eröffnen sollen. Denn photonische Sensoren sind deutlich günstiger herzustellen als ihre Konkurrenz auf Siliziumbasis. Eine potenzielle Anwendung sind ultradünne, flexible Fingerprintsensoren zur fälschungssicheren Benutzeridentifikation. Ebenfalls stark im Kommen sind großflächige und preiswerte Biochip-Sensoren für die medizinische Diagnostik, für die Lebensmittel- und Umweltüberwachung. „Die Nano-Biosensorik expandiert weltweit sehr stark, auch als Folge verstärkter Anti-Terror-Maßnahmen in den USA“, bilanziert Niyazi Serdar Sariciftci, Leiter

des Instituts für organische Solarzellen der Universität Linz. Der Professor, der bereits Geburtshelfer von drei Start-up-Unternehmen im Bereich Nanotechnologie – darunter Nanoident – spielte, rechnet mit explodierenden Zahlen bei den Unternehmensgründungen, insbesondere im Bereich Biosensorik. Nicht zuletzt auch deshalb, weil eifrige Grundlagenforscher das Feld aufbereiten. Gut zu wissen: Frisierte Berichte, wie sie Forscherstar und Zeremonienmeister Schön dereinst vor seinem Karrieresturzflug der staunenden Weltöffentlichkeit präsentierte, dürften derzeit kein gutes Blatt haben. **Daniel Pohnselt**