

# Klein, aber oho

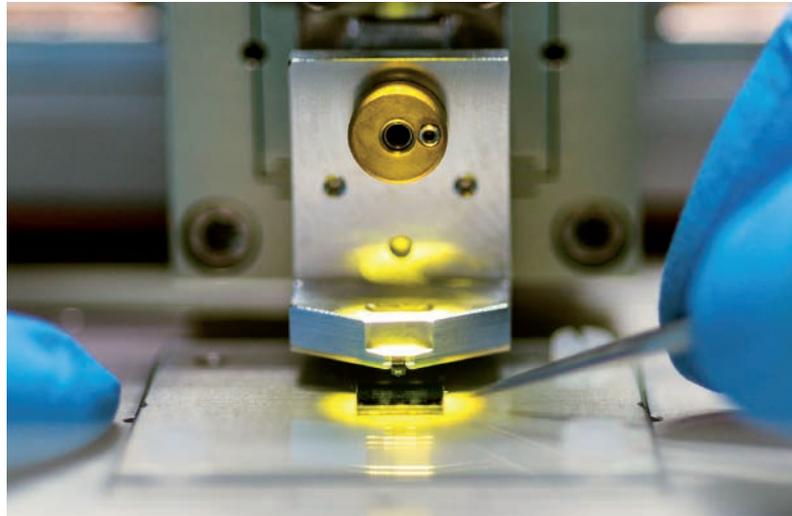
Die Nanotechnologiebranche bietet für Physikerinnen und Physiker ein vielseitiges Berufsfeld.

Maika Pfalz

Smartphones oder Tablets sind heutzutage ständige Begleiter im Alltag. Fast jeder trägt damit auch ein Stück Nanotechnologie mit sich herum, da die Strukturgrößen der zugrunde liegenden Elektronik längst kleiner sind als 100 Nanometer – das ist die Grenze, ab der laut Definition von Nanotechnologie die Rede ist. Um solche Strukturen herstellen bzw. Schichten mit Nanostrukturen beschreiben zu können, sind Verfahren notwendig, die sich den schrumpfenden Strukturen anpassen.

Eine Möglichkeit, Nanostrukturen in eine Schicht buchstäblich zu „fräsen“, ist der NanoFrazor des Schweizer Startup-Unternehmens SwissLitho. Die Technologie, die in dieser Maschine steckt, wurde im IBM-Forschungslabor Rüslikon entwickelt. Dort gelang es 2010 mit Hilfe der thermischen Rastersondenlithographie, die mit einer heizbaren Spitze arbeitet, ein nanometerkleines Matterhorn und eine mikrometerkleine Weltkarte herzustellen.<sup>1)</sup> Zu diesem Zeitpunkt arbeiteten der Ingenieur Philip Paul und der Physiker Felix Holzner bei IBM. Holzner hatte dort 2009 seine Promotion aufgenommen und erlebte nicht nur hautnah den Durchbruch dieser Methode mit, sondern war 2011 auch daran beteiligt, deren Geschwindigkeit zu erhöhen. „Damit war unser Verfahren erstmals wettbewerbsfähig mit gängigen Technologien wie der Elektronenstrahlolithographie“, erinnert er sich. „Zu dem Zeitpunkt konnte ich die Tragweite dieser Forschung aber noch nicht einschätzen.“

Nach und nach kristallisierte sich die Möglichkeit heraus, sich mit einem Gerät zur thermischen Rastersondenlithographie selbstständig zu machen. Im Zuge seines Promotionsstudiums an der ETH Zürich musste Felix Holzner Credit



SwissLitho

Die Nanotechnologie befasst sich mit Materialien, die in mindestens einer Dimension kleiner sind als 100 Nanometer. Daraus resultieren neue Eigenschaften,

die zur Verbesserung oder Entwicklung neuer Produkte beitragen können. Nanostrukturen lassen sich z. B. mit dem NanoFrazor in ein Substrat schreiben.

Points sammeln. Auf der Suche nach einem für ihn sinnvollen und interessanten Seminar stieß er auf einen Businesskurs des „venturelab“ – eine Institution, die Schweizer Startup-Unternehmen fördert. Bewerben musste er sich mit der Businessidee eines möglichen Startups. „Aus 150 Bewerbern wurden 25 ausgesucht und davon fünf Businessideen – eine davon war meine“, erzählt Felix Holzner stolz. Ein Semester lang wurde jede der fünf Ideen von einem Fünferteam aus Studierenden aus unterschiedlichen Blickwinkeln und unter verschiedenen Aspekten bearbeitet. „So ist die Idee langsam entstanden, tatsächlich ein Startup zu gründen“, sagt der 33-jährige Physiker.

Den letzten Anstoß gab die erfolgreiche Teilnahme am Startup-Wettbewerb „Venture Kick“, bei dem Philip Paul und Felix Holzner mit ihrer Idee zur Gründung von SwissLitho drei Wettbewerbsrunden erfolgreich überstanden und am Ende 100 000 Franken gewannen. „Das Programm zog sich über ein Dreivierteljahr, und von Runde

zu Runde musste man Fortschritte präsentieren. Zusätzlich bekommt man Coaching, damit man sich auf die wesentlichen Punkte konzentriert und sich nicht in technischen Details verliert. Das war sehr hilfreich“, meint Holzner. 2012 hat er den Schritt in die Selbstständigkeit gewagt und zusammen mit Philip Paul SwissLitho gegründet. „Meine Promotion habe ich am Ende durchgeprescht, um mich voll dem neuen Unternehmen widmen zu können“, gibt Felix Holzner zu.

Inzwischen hat SwissLitho 14 Mitarbeiter – ohne den Einsatz von Risikokapital. Rund eine halbe Million Franken an Preisgeldern verschiedener Startup-Wettbewerbe stecken in dem Unternehmen. Die Weiterentwicklung der Technologie wird zudem durch mehrere große Schweizer und EU-Forschungsprojekte gefördert. Ansonsten fließt Geld durch den Verkauf des NanoFrazor, pro Maschine rund eine halbe Million Franken. Davon haben Holzner und seine Mitarbeiter bislang vier ausgeliefert – an Universitäten in Kanada und der

1) Mehr Informationen und Bilder unter <http://ibm.co/1QGj4jW> sowie <http://ibm.co/1SWgB4Z>.

Schweiz und zuletzt an die amerikanische Airforce. Die nächsten beiden NanoFrazor gehen nach China und Australien. Insgesamt sechs Stück möchte Felix Holzner in diesem Jahr ausliefern.

Dreieinhalb Jahre nach Abschluss seiner Promotion legt Holzner technologisch nur noch sehr selten selbst Hand an. Stattdessen kümmern sich neun seiner Mitarbeiter um die Weiterentwicklung des NanoFrazor. Projekte gibt es dabei viele: die Verbesserung der Spitze, spezielle Polymerbeschichtungen oder eine Skalierung mit dem Ziel, bis zu tausend Spitzen parallel verwenden zu können. „Aber noch steckt die Technologie in den Kinderschuhen, und das volle Potenzial ist längst nicht ausgeschöpft“, sagt Felix Holzner.

Während sein Partner Philip Paul sich hauptsächlich um die Technologie kümmert, ist Felix Holzner in erster Linie für den Kontakt zu Kunden und Zulieferern zuständig und dafür, ihre Technologie bekannter zu machen. Rund ein Drittel seiner Arbeitszeit war er im vergangenen Jahr unterwegs. „Darunter war eine richtige Werbereise in Korea, wo ich eine Universität nach der anderen abgeklappert habe, um den Professoren zu erklären, wofür sie unsere Maschine nutzen können“, erzählt er. Bislang etabliert ist die Elektronenstrahl-Lithographie. Die Vorteile des NanoFrazor sind noch wenig bekannt. „Unsere Maschine kann alles, was die Elek-

tronenstrahl-Lithographie kann – nur eben noch ein paar Sachen mehr, die bislang nicht möglich waren. Und das müssen wir erstmal in die Köpfe der Entscheidungsträger reinkriegen“, sagt Holzner. Inzwischen haben die beiden Firmengründer ein weltweites Verkaufsteam aufgebaut mit Vertretern in den USA, in China, Japan, Indien, Korea oder Südamerika.

Darüber hinaus reist Felix Holzner zu verschiedenen Konferenzen – häufig mit einem Exemplar des NanoFrazor im Gepäck – um seine Maschine zu präsentieren und ihre Vorteile bekannter zu machen. Manch eine Arbeitswoche dauert bei ihm gut und gerne 80 Stunden, etwa wenn ein wichtiger Workshop vorzubereiten ist. „Manchmal muss ich mich zwingen, Sachen liegen zu lassen und mal abzuschalten“, gibt er zu. „Kürzlich war ich aber vier Wochen in Brasilien, drei Wochen davon waren reiner Urlaub. Diese Ruhe habe ich sehr genossen.“

Im Anschluss daran musste er die liegen gebliebene Arbeit allerdings aufholen, denn in einem so jungen Startup-Unternehmen gibt es niemanden, der für ihn die Aufgaben übernimmt.

In die Rolle des Geschäftsführers und Managers musste sich Felix Holzner zunächst einfinden. „Je mehr das Unternehmen gewachsen ist, umso mehr Managementaufgaben sind auf mich zugekommen. Damit hatte ich keinerlei Erfahrung, das war alles learning by

doing“, sagt der junge Physiker. Mit der Zeit hat er beispielsweise gelernt, eine Entscheidung zu treffen, auch wenn er selbst nicht unbedingt sicher ist, welches der beste Weg ist. Zwei Dinge findet er an seiner Tätigkeit besonders spannend: Das eine ist die Platzierung seines Produktes am Markt und die Überlegungen, wie man dies am besten schaffen könne. Das andere ist der Überblick über die gesamten Forschungsfelder, in denen der NanoFrazor zum Einsatz kommt. „Seit meiner Promotion habe ich einen ganz anderen Blick auf Forschungsthemen gewonnen und kann die Bedeutung einer Entwicklung viel besser einschätzen“, ist Felix Holzner überzeugt. Ein wichtiges Ziel möchte er mit SwissLitho in diesem Jahr erreichen: schwarze Zahlen schreiben, um weiterhin in die Entwicklung investieren zu können, ohne einen Investor zu bemühen.

## Auf Moores Wegen

Seit etwas mehr als fünfzig Jahren entwickelt sich die Halbleiterindustrie gemäß dem Mooreschen Gesetz. Demzufolge verdoppelt sich die Anzahl der auf einem Chip integrierten Transistoren alle 12 bis 24 Monate. Diesem Gesetz weiter zu folgen, wird allerdings immer schwieriger. Eine Methode, die hier Abhilfe verspricht, ist die EUV-Lithographie: Sie nutzt Strahlung mit einer Wellenlänge von derzeit 13,5 Nanometern, also im extremen Ultraviolett (EUV). Als Bestandteil eines Waferscanners, mit dem sich Mikrochips strukturieren lassen, ermöglicht es die EUV-Lithographie, Strukturen mit Auflösungen von unter 20 Nanometern herzustellen. Doch die technischen Herausforderungen sind riesig, unter anderem weil sogar Luft Licht bei dieser Wellenlänge stark absorbiert. Zudem sind für die EUV-Optik hochreflektierende Spiegel notwendig mit einer extrem geringen Oberflächenrauheit.

Führend in der Entwicklung von EUV-Optiken ist das Unternehmen ZEISS in Oberkochen, das die erste mit EUV-Licht betriebene Litho-



Der Physiker Felix Holzner (links) hat nach seiner Promotion gemeinsam mit

dem Ingenieur Philip Paul das Unternehmen SwissLitho gegründet.

graphie-Optik der Welt hergestellt hat. Mit den hochreflektierenden Spiegeln befasst sich auch Christian Grasse, der seit Januar 2013 bei ZEISS arbeitet. Im Rahmen seiner Doktorarbeit am Walter Schottky Institut in München hat er an vertikal emittierenden Halbleiterlasern (Vertical-Cavity Surface-Emitting Laser) geforscht. Dazu verwendete er Epitaxiemethoden und Verfahren, mit denen sich Halbleiterschichten charakterisieren lassen. Die EUV-Lithographie hatte Christian Grasse als Arbeitsfeld eigentlich nicht auf dem Schirm, bis er auf einem Sommerfest mit einem ehemaligen Mitarbeiter des Walter Schottky Instituts ins Gespräch gekommen ist, der inzwischen bei ZEISS arbeitet. In dem Gespräch erfuhr er, wie groß dort die Bandbreite an Methoden und Fragestellungen ist. „Die Oberfläche eines EUV-Spiegels muss nahezu perfekt sein. Würde man einen EUV-Spiegel auf die Fläche Deutschlands vergrößern, dürfte die maximale Abweichung von der Sollform weniger als einen halben Millimeter betragen“, verdeutlicht er die für ihn so faszinierende Herausforderung, mit der er inzwischen täglich konfrontiert ist.

Neugierig geworden von der Frage, wie man Spiegel für extrem kleine Wellenlängen herstellt, hat sich Grasse initiativ bei ZEISS beworben. Der Übergang von der Promotion war schließlich reibungs- und lückenlos. Direkt nach Auslaufen seines Vertrags am Walter Schottky Institut fing der 34-jährige Physiker bei ZEISS in Oberkochen an und war dort wieder mit großen wissenschaftlichen Herausforderungen konfrontiert, die er bereits kannte. Nun lag der Schwerpunkt allerdings nicht mehr auf Epitaxie, sondern auf Verfahren der physikalischen Gasphasenabscheidung wie Elektronenstrahlverdampfung oder Ionenstrahl- und Magnetronspütern. „Das sind alles Techniken, die Ultrahochvakuum erfordern, damit war ich schon vertraut, deswegen habe ich mich im Reinraum direkt Zuhause gefühlt“, erinnert sich Christian Grasse an seinen Einstieg.



ZEISS stellt die hochkomplexen Optiken für die EUV-Lithographie her. Hier justiert ein Mitarbeiter die EUV-Optik.

### Spieglein, Spieglein...

Schon bei seinen ersten Aufgaben im Unternehmen ging es um die Entwicklung von Spiegelschichten und die Frage, wie man die Reflektivität des Spiegels erhöhen könnte. Die praktische Laborarbeit gehört für den Physiker zum Arbeitsalltag. Fast jeden Tag ist er im Reinraum und beschäftigt sich damit, Prozesse zu entwickeln, in die Fertigung zu transferieren und statistisch zu überwachen. Die Experimente bei der Prozessentwicklung führen hauptsächlich Techniker durch. „Die Zeit, die ich dadurch spare, nutze ich, um die Auswertelgorithmen zu verfeinern“, sagt Grasse. Diese Programme zur Modellierung der Schichten muss er individuell an seine Versuche anpassen und kontinuierlich weiterentwickeln, denn „von der Stange“ gibt es sie nicht zu kaufen. „Damit völliges Neuland zu betreten, macht Spaß“, betont Christian Grasse. Neben der Auswertung plant und skizziert er neue Versuche und nutzt dafür Methoden der Stochastik, um die Abläufe so effizient wie möglich zu gestalten. „Das mache ich jetzt viel systematischer als noch an der Uni“, ist er überzeugt.

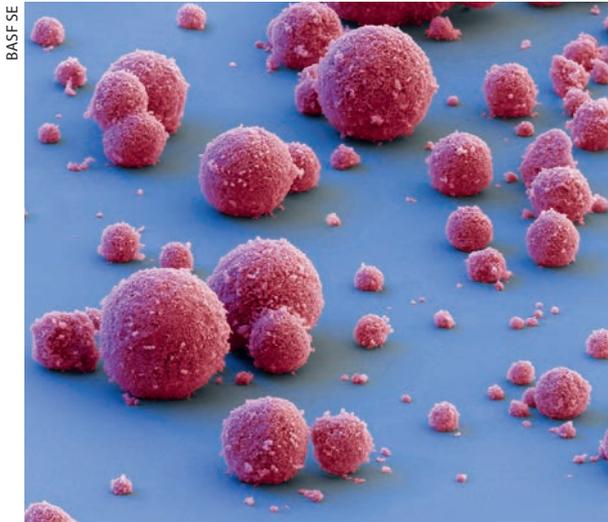
Die Fragen der optimalen Beschichtung bearbeitet Grasse nicht nur in enger Abstimmung mit den direkten Kollegen, sondern auch mit anderen Abteilungen, die das

Substrat für den Spiegel herstellen oder die Spiegel weiterverarbeiten. „Wenn wir etwas verändern oder weiterentwickeln, müssen wir immer den Gesamtprozess im Blick haben und uns mit den jeweiligen Fachabteilungen abstimmen“, sagt er. Daher gibt es regelmäßigen Austausch zwischen den Abteilungen.

Ein wichtiger Teil seiner Arbeit besteht darin, Wege zu finden, um die EUV-Lithographie weiterzuentwickeln. „Die EUV-Lithographie bewegt sich in jeder Hinsicht an der Grenze des Machbaren. Unsere Schichten müssen beispielsweise auf 10 bis 20 Pikometer genau sein, da sind wir im Bereich von Atomkernen. Das ist wirklich beeindruckend“, erzählt Christian Grasse. Er findet es faszinierend, bei dieser aktuellen Forschung dabei zu sein. Gemeinsam versuchen die ZEISS-Mitarbeiter, jede Komponente ihrer Optik zu optimieren und damit die Technologie voranzubringen.

Dabei stimmen sie sich auch mit dem niederländischen Unternehmen ASML ab, das die Wafer-scanner mit den EUV-Optiken von ZEISS baut. Im vergangenen Jahr hat ASML mit der Meldung für Aufsehen gesorgt, 15 dieser teuren Systeme an einen großen Chiphersteller verkauft zu haben.

Um immer up to date zu sein, fährt Christian Grasse auf Konferenzen und tauscht sich mit Forschungsgruppen an Universitäten



Aufgrund ihrer sehr großen inneren Oberfläche und hohen Porosität können metallorganische Gerüstmaterialien vergleichsweise große Mengen an Gasen speichern. BASF-Forscher haben ein Verfahren entwickelt, mit dem sie sich erstmals im Industriemaßstab auf Wasserbasis herstellen lassen.

oder Fraunhofer-Instituten aus. Auch Papers oder Patentschriften liest er, um zu wissen, woran gerade geforscht wird.

Für seinen Job ist das absolvierte Physikstudium essenziell. „Ich könnte meinen Spiegel nicht optimieren, wenn ich das Schichtsystem nicht verstehen würde oder nicht wüsste, wie sich das Schichtwachstum auf Brechungsindizes und intrinsische Schichtrauheit auswirkt“, ist Grasse überzeugt. Auch für die genaue Planung der Experimente zur Charakterisierung seiner Schichtsysteme ist es erforderlich, die Systeme und Methoden genau zu verstehen. Vieles ist nach wie vor „Physikeralltag“ bei ihm, allerdings sind auch einige Dinge hinzugekommen. „Ich denke jetzt viel mehr in Kalenderwochen“, erklärt er. Denn in der Industrie ist Forschung viel zielgerichteter und auf das fertige Produkt fokussiert.

Seit gut drei Jahren arbeitet Christian Grasse bei ZEISS in Oberkochen. Noch hat er nicht entschieden, welche Laufbahn er dort einschlagen will – ob er in der Wissenschaft bleiben, mehr Projektmanagement machen oder Führungsaufgaben übernehmen will. „Die Bandbreite ist hier sehr groß. Ich schaue mir erstmal alles an, um besser entscheiden zu können, was mir am meisten Spaß macht“, sagt er.

## Kleine Strukturen, großes Feld

Die Nanotechnologie hat sich inzwischen zu einer bedeutenden Schlüsseltechnologie entwickelt, die wichtige Fortschritte für Medizin, Klimaschutz oder Energieversorgung verspricht. Zu diesem Schluss kommt der aktuelle nano-DE-Report, den das BMBF seit 2009 alle zwei Jahre herausgibt, um aktuelle Entwicklungen und die Position Deutschlands in diesem Bereich im internationalen Umfeld kontinuierlich zu beobachten.<sup>2)</sup> In Deutschland befassen sich rund 1100 Unternehmen mit Forschung und Entwicklung zu Nanomaterialien, -beschichtungen, -analytik und -biotechnologie. Der Anteil an kleinen und mittleren Unternehmen beträgt 75 Prozent. Rund 70 000 industrielle Arbeitsplätze zählen zur Nanotechnologie, davon entfallen ein Drittel auf die Nanoelektronik und ein Viertel auf Nanotools bzw. -analytik. Der Gesamtumsatz der Unternehmen wird auf etwa 15 Milliarden Euro geschätzt – und liegt damit zwei Milliarden über dem Umsatz von 2010. Der Großteil der Unternehmen rechnet zudem mit einem weiteren Wachstum. Beste Bedingungen also für hochqualifizierte Arbeitskräfte, insbesondere für Physiker, Chemi-

ker, Materialwissenschaftler und Ingenieure.

Laut Meinung der im nano-DE-Report befragten Akteure liegt Deutschland bei Nanotechnologie-Anwendungen und -produkten international an der Spitze, gefolgt von den USA und Japan.<sup>3)</sup> Vor allem die Bereiche Medizin/Pharma, Elektronik und Energie werden voraussichtlich in naher Zukunft von den Forschungsergebnissen der Nanotechnologie profitieren. Das größte Anwendungsfeld der Nanotechnologie ist seit mehreren Jahren der Bereich Chemie/Werkstoffe, gefolgt vom Maschinen- und Gerätebau.

Auch für die BASF in Ludwigshafen ist die Nanotechnologie eine Querschnittstechnologie, mit deren Hilfe sich beispielsweise Materialien mit besonderen Eigenschaften herstellen lassen. Ein Forschungsthema ist die Entwicklung von metallorganischen Gerüstmaterialien, z. B. für Anwendungen in den Bereichen Energie, Umweltschutz und Katalyse. Dabei handelt es sich um hochkristalline Strukturen mit nanometerkleinen Poren und einer sehr großen inneren Oberfläche. Um diese Strukturen genau zu charakterisieren, kommen unter anderem Transmissions-Elektronenmikroskope zum Einsatz. Dafür ist der Physiker Philipp Müller zuständig.



Christian Grasse vor einer Beschichtungsanlage für die Entwicklung von EUV-Optiken

2) Der gesamte aktuelle Bericht findet sich unter [www.bmbf.de/pub/nano-DE-Report\\_2013\\_bf.pdf](http://www.bmbf.de/pub/nano-DE-Report_2013_bf.pdf)

3) Der Nanotechnologie-Kompetenzatlas [www.nano-map.de](http://www.nano-map.de) gibt einen umfassenden Überblick über die Akteurslandschaft.

Schon während des Studiums hat er sich auf Nanotechnologie spezialisiert, dazu Spezialvorlesungen gehört und in Materialwissenschaften und Chemie hinein geschnuppert. Während seiner Promotion am Karlsruher Institut für Technologie hat er mit Hilfe der Transmissions-Elektronenmikroskopie spezielle Keramiken untersucht, die bei hohen Temperaturen Sauerstoffionen leiten. Als er seine Experimente abgeschlossen hatte, wurde bei der BASF eine Stelle für einen Elektronenmikroskopiker ausgeschrieben. „Das passiert vermutlich nur alle fünf Jahre. Da hatte ich viel Glück“, freut sich Philipp Müller.

Direkt nach Abgabe seiner Doktorarbeit konnte er bei der BASF in der Abteilung für Materialphysik und Analytik beginnen und ein Team von vier Laboranten leiten, die für ihn die meisten Experimente am Transmissions-Elektronenmikroskop durchführen. „Das war erstmal ungewohnt, weil ich an der Uni noch keine Führungsaufgaben hatte“, erinnert sich Müller. Aus diesem Grund hat er nach seinem Einstieg einige Fortbildungen besucht und sich in Personalthemen eingearbeitet.

Eine weitere Neuigkeit für ihn waren die unterschiedlichen Materialsysteme, die er nun mit seinem Team untersucht. „Die Methode kannte ich aus der Promotion bereits in- und auswendig, aber in die Materialsysteme musste ich mich erstmal intensiv einarbeiten“, sagt der 31-jährige Physiker. Das meiste hat er sehr schnell in den Diskussionen mit seinen Kollegen gelernt. Ein großer Teil seiner Arbeit besteht in der Charakterisierung der Mikrostruktur unterschiedlichster Materialien, z. B. von metallorganischen Gerüstmaterialien. Aufgrund ihrer sehr großen inneren Oberfläche und hohen Porosität können sie vergleichsweise große Mengen an Gasen speichern. „Die Elektronenmikroskopie ist wie geschaffen, um die Poren zu charakterisieren, denn mit dieser Methode lassen sich Vergrößerungen bis in den Subnanometerbereich erzielen“, erläutert Philipp Müller. Die fertigen Materialien bekommen Müller und sein Team



Nach der Promotion am KIT stieg der Physiker Philipp Müller direkt bei der BASF ein.

von den Kollegen geliefert, welche die metallorganischen Gerüstmaterialien im Labor synthetisieren. Dann gilt es herauszufinden, welche Synthese am zielführendsten ist. Darüber hinaus untersucht Philipp Müller Zeitreihen, um zu prüfen, ob die Materialien auch nach ein oder zwei Jahren noch genauso gut arbeiten wie zu Beginn.

### Teamwork am Mikroskop

Wenn es um Kontrollmessungen geht, verlässt sich Müller auf sein Team aus Laboranten. „Die arbeiten schon seit Jahren am Transmissions-Elektronenmikroskop und wissen genau, was zu tun ist“, ist er überzeugt. „Wenn wir aber etwas Neues ausprobieren, setze ich mich auch selbst mit ans Mikroskop.“ Die meisten Fragestellungen bearbeitet er innerhalb eines Tages, weil viele Abläufe automatisiert erfolgen. Probleme, die deutlich mehr Zeit erfordern, erledigen Universitäten oder Forschungsinstitute auf Auftragsbasis. „Wir arbeiten sehr zielstrebig und effizient. Dadurch liefern wir im Endeffekt auch kostengünstige Ergebnisse“, meint Müller, der seit etwas über drei Jahren für die BASF arbeitet.

Sein Arbeitstag ist sehr abwechslungsreich: Rund ein Drittel der Zeit diskutiert er mit seinen Mitarbeitern die Ergebnisse ihrer Messungen, interpretiert die Daten

und plant weitere Experimente. Ein weiteres Drittel der Arbeitszeit machen Meetings und Absprachen mit Kollegen aus, in deren Auftrag Müller die Materialsysteme charakterisiert. Die restliche Zeit ist er in ein externes EU-Projekt involviert, in dessen Rahmen er ein Arbeitspaket leitet. „Dabei koordiniere ich insbesondere die wissenschaftlichen Arbeiten“, sagt er.

Besonders reizvoll an seiner Tätigkeit findet Philipp Müller die fachliche und methodische Breite. „Wir können hier sämtliche Möglichkeiten ausschöpfen, die die moderne Analytik bietet, da gibt es für uns keine Einschränkungen“, freut er sich. Einmal besitzt die BASF ein breites Portfolio an Analysegeräten. Und was nicht vor Ort zur Verfügung steht, wird über externe Kooperationen erledigt.

Bei der BASF hat er die Möglichkeit, sich fachlich weiter zu vertiefen und eine Expertenlaufbahn einzuschlagen. Damit wäre er dann ein nach außen sichtbarer Experte auf seinem Forschungsgebiet. Eine andere Möglichkeit ist es, sich die Hierarchieebene hochzuarbeiten und Gruppen oder Abteilungen zu leiten. Eine Entscheidung, welchen Weg er einschlagen wird, hat Philipp Müller noch nicht getroffen. Für seinen Job wäre das Physikstudium jedenfalls nicht unbedingt notwendig gewesen, viele seiner Kollegen haben Chemie oder Materialwissenschaften studiert. „Ich

habe während des Studiums immer versucht, mich nicht zu stark auf ein Thema zu fokussieren, sondern habe meine Fächer breit gewählt. Das kommt mir jetzt zugute“, ist sich Philipp Müller sicher.

An der Schnittstelle zwischen Physik, Chemie und Materialwissenschaften bietet die Nanotechnologie ein spannendes Arbeitsumfeld für entsprechende Fachkräfte. Der Trend zur Miniaturisierung setzt sich weiter fort. Wenn Strukturen

aber immer kleiner werden, sind nicht nur neue Methoden gefragt, um sie herzustellen oder mit ihnen umzugehen, sondern es gilt auch, quantenmechanische Effekte zu berücksichtigen. Physikerinnen und Physiker können in der Nanotechnologie hochaktuelle Forschung hautnah miterleben – sei es in der Herstellung von Nanostrukturen, bei der Weiterentwicklung von Lithographieverfahren oder bei der Charakterisierung von Nano-

strukturen. Die Produkte dieser Arbeit erobern immer mehr den Alltag. Diesen Aspekt findet Christian Grasse besonders motivierend: „Mich treibt es jeden Tag von Neuem an, dass in Digitalkameras oder Smartphones ein Teil von ZEISS und damit ein Teil meiner Arbeit steckt. Wir sind zwar nur ein Rädchen bei der EUV-Lithographie, aber doch ein Entscheidendes!“

## ■ „In der Jurawelt können Sie Dinge durch bloße Worte verändern.“

**Der Physiker Dr. Stefan Rolf Huebner ist Patentanwalt in München. Seine Kanzlei gilt europaweit als führend im Bereich der Nanotechnologie. Huebner und seine Kollegen vertreten beispielsweise Hitachi oder die Forschungsabteilung der Cornell University und fordern neue Regeln für Patentanmeldungen in der Nanotechnologie.**

### **Wieso erfordert die Nanotechnologie eine Weiterentwicklung des Patentrechts?**

Innovationen passieren nicht kontinuierlich, sondern in Schüben: Nehmen wir die Mikroelektronik mit der Erfindung des Transistors oder die Biotechnologie mit der Polymerase-Kettenreaktion. Bei diesen technologischen Revolutionen hat eine kleine Zahl wegweisender Ideen viele Innovationen nach sich gezogen. Jedesmal wenn eine solche Revolution auf die Patentämter trifft, muss geklärt werden, wie das Patentgesetz auf die neue Technologie anzuwenden ist.

### **Welche Schwierigkeiten sehen Sie bei der Nanotechnologie?**

Zum Beispiel gilt es zu klären, wann eine Nanotechnologie-Erfindung ausreichend originell ist, um ein Patent wert zu sein. Wenn etwa jemand aus einem bekannten Material ein Nanopartikel hergestellt hat, stellt sich die Frage: Genügt es, dass es ein ähnliches Nanopartikel noch nicht gab? Oder muss das Partikel eine neue Eigenschaft besitzen, die der größere Materialklumpen noch nicht hatte? Diese Frage wird kontrovers diskutiert. Hinzu kommt,



Stefan Rolf Huebner

dass manche althergebrachten Begriffe und Konzepte des Patentwesens in der Nanotechnologie nicht mehr funktionieren.

### **Inwiefern?**

In der Medizin beispielsweise unterscheidet das Patentrecht bisher zwischen Vorrichtungen wie Herzschrittmachern einerseits und Substanzen, also Medikamenten, andererseits. Wenn Sie für eine Substanz eine neue Indikation gefunden haben, können Sie das nochmals patentieren lassen. Haben Sie für ein Gerät eine neue medizinische Anwendung gefunden, geht das nicht. Daher ist die Frage, ob Nanoroboter, also molekulare Maschinen, Vorrichtungen oder Stoffe sind!

### **Welches Ziel steckt hinter einem eigenen Patentrecht für die Nanotechnologie?**

Das Patentrecht dient dem Zweck, Erfindungen vom Elfenbeinturm, also vom Labor, in die Läden und in

die Hände der Menschen zu bringen. Um das zu erreichen, müssen Nanotechnologiepatente so stark sein, dass sie ihren Inhabern genug Anreiz bieten, aus einer Idee ein fertiges Produkt zu machen. Denn wenn der Schutzzumfang eines Patents zu klein ist, nutzt er einem Unternehmen nichts, weil die Konkurrenz ein Produkt mit nur wenigen Änderungen nachmachen kann.

### **Wo stehen Sie bei der Nanotechnologie zurzeit?**

Wir haben inzwischen viele Nanotechnologie-Erfindungen zum Patent geführt und damit Präzedenzfälle geschaffen.

### **Gibt es etwas, das Sie besonders antreibt?**

In den Naturwissenschaften ist die Theorie dem Experiment untergeordnet: Auch die schönste Theorie müssen Sie verwerfen, wenn das Experiment zu einem anderen Ergebnis führt. Das Recht hingegen ist ein reines Gedankengebäude, das allein im Diskurs erwächst. Mit plausiblen, eleganten Argumenten, also durch bloße Worte können Sie in der Jurawelt Dinge verändern. Der Schritt von der Physik zum Patentrecht ist ein wenig so, als würde man mit Alice in die Welt hinter dem Spiegel treten.

### **Was fasziniert Sie daran?**

Etablierte Maßstäbe aus der Perspektive der Nanotechnologie zu hinterfragen, neue zu entwickeln und so zum Entstehen eines neuen Rechtsgebiets beizutragen.

*Mit Stefan Rolf Huebner sprach  
Maike Pfalz*