



Türen öffnen für innovative Beschichtungen

INTERNET

ESCA-Gruppe des Departements Physik an der Universität Basel:

<http://pages.unibas.ch/phys-esca>

Labor für Sonnenenergie und Bauphysik
LESO-PB der ETH Lausanne:

<http://leso.epfl.ch>

Forschungszentrum für Plasmaphysik CRPP

<http://crppwww.epfl.ch>

Bild: Peter Oelhafen und die Wissenschaftlerin Iris Mack befassen sich mit Oberflächenphysik und den physikalischen Eigenschaften dünner Schichten.

Der Weg führte von der Grundlagenforschung zu innovativen Oberflächenbeschichtungen, mit denen mehr Energieeffizienz in Gebäuden und Fahrzeugen erreicht werden kann. Heute steht fest, dass die Materialwissenschaften den entscheidenden Schlüssel für die Energietechnik der Zukunft darstellen.

Die klassische Physik wurde in den vergangenen 40 Jahren nicht grundlegend verändert, die Theorien und Gesetze haben sich immer wieder bestätigt. Doch neue Erkenntnisse konnten verfeinert werden, umfassende Entwicklungen der Mess- und Analysetechnik haben bisher Verborgenes sichtbar gemacht; eine Flut von neuartigen Materialien öffnete Türen für innovative Problemlösungen und für verschiedenste Technologien. Peter Oelhafen, Professor an der Universität Basel, hat diese Aufbruchphase miterlebt: «Viele Grundlagen der theoretischen Physik konnten durch neue Geräte und leistungsstarke Rechner erst bewiesen werden, wie beispielsweise die Lichtablenkung durch Körper, womit klar wurde, dass Photonen ei-

ging es am Anfang – in den 1980er-Jahren – darum, die Grundlagen für neuartige Oberflächenbeschichtungen zu erarbeiten, andererseits standen aber auch mögliche Anwendungen im Fokus. Ein Einsatz im Zusammenhang mit den Wirkungen von Sonnenenergie lag auf der Hand. Optische Filter, die aus dünnen Schichten aufgebaut sind, können einen Sonnenschutz bieten, um eine exzessive Wärmeentwicklung im Innern von Gebäuden oder Fahrzeugen zu verhindern.

Das kürzlich abgeschlossene, vom Bundesamt für Energie (BFE) unterstützte Projekt zur Entwicklung neuer optischer Beschichtungen für transparente Gebäudeteile verfolgte dieses

EINE FLUT VON NEUARTIGEN MATERIALIEN ÖFFNETE TÜREN FÜR INNOVATIVE PROBLEMLÖSUNGEN UND FÜR VERSCHIEDENSTE TECHNOLOGIEN.

ne Masse aufweisen.» Auch das in der Schweiz damals aktuelle Thema der Supraleiter und danach die Nanotechnologien gehörten zu diesen Phänomenen. «Unsere besondere Aufmerksamkeit gilt jedoch bis heute der Oberflächenphysik und den physikalischen Eigenschaften dünner Schichten», erklärt der Experte.

Mehrschichtsysteme für mehr Sonnenschutz

Mit dieser Thematik wird sich Oelhafen über seine Emeritierung am Departement für Physik der Universität Basel hinaus annehmen. Einerseits

Ziel. Der sommerliche Wärmeschutz wird immer wichtiger, gleichzeitig setzt die Architektur vermehrt auf Glasfassaden. Diesem Trend muss man mit Sonnenschutzbeschichtungen begegnen. Die Untersuchungen zeigten, dass mit handelsüblichen Materialien und Methoden neue Mehrschichtsysteme verwirklicht werden können, welche Transmissionswerte aufweisen, die der theoretischen, optimalen Transmission entsprechen. Solche Mehrschichtsysteme bewirken eine Reduktion der solaren Einstrahlung um rund 30 Prozent gegenüber handelsüblichen Sonnenschutzfenstern.

Realistische Messungen für praxishere Entwicklungen

Mit einem neuen Projekt will Oelhafen und sein Team die Wirkung der Wärmedämmung in Bahnwagen untersuchen, um mögliche Energieeffizienzpotenziale in der Mobilität ausschöpfen zu können. «Gerade bei Fahrzeugen des öffentlichen Verkehrs ist der Energieverbrauch für ein komfortables Innenklima sowohl im Sommer als auch im Winter beträchtlich.»

Die in der Forschungsgruppe von Peter Oelhafen entwickelten neuen Sonnenschutzgläser (M-Gläser) basieren auf einer optimierten spektralen (M-förmigen) Transmissionsfunktion, die den Durchgang der Sonnenstrahlung konsequent auf das sichtbare Licht beschränkt. Die für die Messung und Schichtentwicklungen erforderlichen Geräte und Apparaturen wurden an der Universität Basel sukzessive aufgebaut. Innovativ ist ein Lichtmessgerät, das den Lichteinfall nicht nur senkrecht, sondern mit beliebigem Winkel der realen Sonnenstrahlung entsprechend simulieren lässt.

Mit dem Industriepartner Glas Trösch konnte gezeigt werden, dass die neuen Sonnenschutzgläser sich auch auf industriellen Beschichtungsanlagen realisieren lassen. Gegenwärtig entwickelt man in einer Zusammenarbeit mit der Glas Trösch AG neue Typen von Sonnenschutzgläsern auf der Basis des M-Glases und setzt diese in ersten Pilotprojekten in Gebäuden ein.

Die an der Universität erarbeiteten Grundlagen der Oberflächenbeschichtungen von Gläsern dienen heute beispielsweise auch an der ETH Lausanne der Formulierung von Materialkombinationen zur gewünschten Farbgebung von Sonnenkollektoren. Wenn die farblichen Freiheiten gegeben sind, wird es keine Frage mehr sein, ob die Sonne zur Warmwasseraufbereitung eingesetzt werden soll; wenn die Glasfassade einen wirkungsvollen Sonnenschutz bietet, wird die Klimatisierung im Innern kein energetischer Klimmzug für die Haustechnik mehr darstellen. Beides beginnt mit fundierter Forschung der Oberflächenbeschichtungen.

Oberflächen für Extrembedingungen

Ein weiteres Forschungsfeld, das sich mit den damals neuartigen Möglichkeiten des Schichtaufbaus von Oberflächen eröffnete, war der Fusionsreaktor. Die Kombination von extrem hohen Plasma-Temperaturen und dem Ionenbeschuss der Innenwände stellt die Materialforschung vor nie dagewesene Herausforderungen. Die Universität Basel hat in den vergangenen Jahren mit dem in der Schweiz führenden Fusionsforschungsinstitut Centre de Recherches en Physique des Plasmas (CRPP) an der ETH Lausanne zusammengearbeitet und wird auch

beim begonnenen Bau des Experimentalreaktors ITER involviert sein. Bis jetzt konzentrierte man sich in Basel auf Projekte zur Interaktion zwischen dem Plasma und der Torus-Wand. Zurzeit werden in Kooperation mit mehreren internationalen Forschungsinstituten Spiegel entwickelt, die während des Betriebs des Fusionsreaktors der Plasmadiagnostik dienen sollen.

Für Oelhafen steht fest: «Eine Prognose zur Fusionsenergienutzung ist aus heutiger Sicht schwierig, denn sogar Expertenmeinungen differieren. Mit dem ITER und der folgenden Demonstrationsanlage DEMO wird voraussichtlich entschieden werden können, ob sich das viel versprechende physikalische Prinzip der Fusion für eine kommerzielle Energieproduktion einsetzen lässt. Der entscheidende Schlüssel für einen Erfolg liegt in den Händen der Materialwissenschaftler.» ITER ist ein Forschungsreaktor, der während der Dauer von mehreren Minuten eine Leistung von 500 Megawatt erzeugen wird. Das Nachfolgeprojekt DEMO wird hingegen erstmals die kontinuierliche Energieproduktion und die technische Machbarkeit des Reaktors zur Energieproduktion demonstrieren müssen.

Nanotechnologien als universitäres Highlight

Nanotechnologien sind derweil zum neuen Highlight der Physik geworden. Sie haben auch an der Universität Basel – vor allem durch die Initiative des über 40 Jahre forschenden und kürzlich pensionierten Professors Hans-Joachim Güntherodt – einen hohen Stellenwert erlangt. Es werden damit für unterschiedlichste Anwendungsgebiete interessante Möglichkeiten eröffnet. «Wir hatten das Glück, bereits in den frühen 1990er-Jahren Schichten zu entwickeln, die auf den Prinzipien und Dimensionen der Nanotechnologie beruhen und später als Nanokomposit-schichten bezeichnet wurden», sagt Oelhafen. Hierbei liessen sich optische Eigenschaften auf neue Art gezielt verändern, was für die damalige Entwicklung von Absorptionsschichten für Sonnenkollektoren eine überaus willkommene Eigenschaft war.

Dass die Nanotechnologie auch ein Zugpferd für Studierende geworden ist, bleibt unbestritten. Die Physik ist damit in einem Mass spannender geworden, was sich bei den Anmeldungen zum Studium zeigt. «Die Universität muss sich jedoch – dem Vorbild der ETH entsprechend – markanter darstellen und damit ihre Kompetenzen besser bekannt machen. Ein wichtiger Faktor ist dabei sicherlich, dass neben der Grundlagenforschung auch die anwendungsorientierten Arbeiten zum Tragen kommen und die jungen Menschen ansprechen», unterstreicht Oelhafen im Hinblick auf die neuen Generationen von Forschenden.

Farbenvielfalt für Sonnenkollektoren

Auf den Grundlagen von Professor Peter Oelhafen haben Andreas Schüler und Christian Roecker am Laboratorium für Sonnenenergie und Gebäudephysik (LESO-PB) der ETH Lausanne die Problematik der Farbe von Sonnenkollektoren weiterverfolgt. Eine optimal gestaltete Dachintegration solcher Kollektoren war bis dahin zwar möglich. Allerdings waren die schwarzen Kollektorflächen nicht für jede Anwendung attraktiv – einer der Gründe für die Zurückhaltung bei der Installation von Solaranlagen. Das Team des LESO-PB wusste um die Chance: Könnten die Kollektoren farblich angepasst werden, wäre mehr architektonische Freiheit gegeben und die ästhetischen Nachteile könnten beseitigt werden.

Zunächst ging es darum, die Gesetzmässigkeiten von Reflexion und Absorption beschichteter Gläser zu erforschen und zu simulieren. Diese Arbeiten bildeten die Grundlagen für die Wahl von Beschichtungsmaterialien. Das menschliche Auge nimmt nur einen schmalen Teil des Solarspektrums wahr, während die grossen Ultraviolett- und Infrarot-Bereiche unsichtbar sind. Die Forscher verfolgten deshalb die Idee, eine mehrlagige Oberflächenbeschichtung zu schaffen, die das Licht nur in einem engen Frequenzband im sichtbaren Bereich reflektiert. Die Strahlung im übrigen Wellenbereich sollte die Beschichtung möglichst ungehindert passieren, sodass sie im Absorber komplett in Wärme umgewandelt wird. Die Forscher konnten eine Demobox bauen, die verschiedene, unterschiedlich beschichtete Gläser in A4-Grösse beinhalten. Sie zeigte eine Auswahl von Farben, die durch eine Kombination von Farbreflexionen und Glasstrukturen möglich werden. Mit der Demobox war man in der Lage, einem Architekten einen realistischen Eindruck eines farbigen Deckglases zu vermitteln. Inzwischen werden diese Gläser hergestellt und dienen der optimierten Farbgestaltung von Gebäuden und ihren Dächern.