

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Seminar für Indogermanistik und Allgemeine Sprachwissenschaft
Sommersemester 2010
Modul Journalistisches Schreiben: Populärwissenschaftliches Darstellen
Dozentin: Brigitte Schniggenfittig, Dipl.-Sprachmittlerin
Verfasserinnen: Mako Takase-Conrad, Haiyan Yang und Anita Wuttke



Ein populärwissenschaftliches Dossier zur Grundlagenforschung in
der optischen Spektroskopie

Inhaltsverzeichnis

Festkolloquium im ZIK	3
Nichtlineare Optik: Lichtmanipulation durch zauberhafte Gläser	4
Report: Ein magisches Glas entsteht.....	7
Interview: „Ich bin nicht ganz weg von der Wissenschaft“	10
Glossar	14
Anhang.....	15

Festkolloquium im ZIK

SiLi-nano® feierte einjähriges Bestehen

HALLE | Am 23. September 2010 wurde das Wissenschaftsprojekt SiLi-nano® in den neu eingerichteten Gebäuden auf dem Weinberg Campus offiziell eröffnet.

Seit August 2009 forschen die WissenschaftlerInnen, fast alles diplomierte PhysikerInnen, anwendungsorientierter als bisher. Vor mehr als einem Jahr wurde die Kooperation zwischen dem Institut für Physik der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, dem Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik, dem Fraunhofer-Center für Silizium-Photovoltaik und dem Max-Planck-Institut für Mikrostrukturphysik im Rahmen des Programms „Zentren für Innovationskompetenz (ZIK) – Exzellenz schaffen, Talente sichern“ gegründet und wird seitdem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) mit Finanzmitteln in Höhe von 6,25 Millionen Euro für eine Gesamtlaufrzeit von fünf Jahren gefördert.

SiLi-nano steht für "Silizium und Licht: von makro zu nano" und vernetzt die Arbeit zweier Nachwuchsgruppen miteinander. „Silicon-to-Light“ experimentiert im Bereich Silizium-Photonik. Auf ihrer Webpage beschreiben sie Ihren Forschungsgegenstand so: „Letztlich soll versucht werden, einen elektrisch gepumpten, auf Silizium basierenden Laser mit durchstimmbarer Emissionswellenlänge zu realisieren. Eine derartige Lichtquelle hat das Potenzial, die auf Silizium basierenden elektronischen Chips zu revolutionieren, indem schnelle Lichtpulse anstelle der konventionellen langsameren Spannungspulse zur Kommunikation zwischen verschiedenen Bauelementen der Chips verwendet werden. Dies würde eine neue Generation ultraschneller Computerprozessoren erlauben.“ Die andere Gruppe „Light-to-Silicon“ forscht im Bereich Photovoltaik. Durch eine verbesserte Beschichtung wollen sie die Effizienz von auf Silizium basierten Solarzellen erhöhen.

Wir haben „Light-to-Silicon“ in den letzten Monaten bei ihren Forschungen begleitet. (mha)

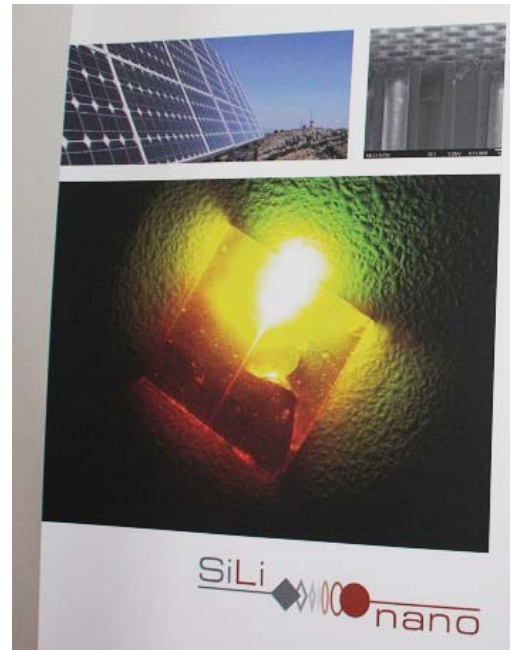


Abb. 1: Plakatausschnitt.

Lichtmanipulation durch zauberhafte Gläser

Nicht nur sichtbares Licht, sondern auch UV- und IR-Licht tragen bald zur Stromerzeugung der Solarzelle bei

Von Mako Takase-Conrad

Die Sonne brannte extrem stark in diesem Sommer. Viele Menschen müssen an Maßnahmen gegen UV-Licht und die unerträgliche Hitze denken. Diese glitzernde Sonne überzeugt uns immer wieder davon, dass die Solarzelle einen wichtigen Beitrag zum zukünftigen menschlichen Leben während der globalen Erwärmung leistet. Aber die gängige Photovoltaikanlage kann nicht alles Sonnenlicht aufnehmen, denn nur das sichtbare Licht versorgt die Solaranlage mit Energie, die in elektrischen Strom umgewandelt werden kann. Das ultraviolette Licht, das eine kürzere elektromagnetische Wellenlänge als sichtbares Licht hat, erreicht nicht das Silizium-Halbleiter-Metall, welches das typische Material einer Solarzelle ist, weil das Glass, das den Halbleiter bedeckt, die Solarzelle gegenüber UV-Licht abschirmt. Außerdem hat das infrarote Licht, dessen Wellenlänge länger als die vom sichtbaren Licht ist, nicht ausreichende Energie für den Betrieb der elektrischen Leitung innerhalb der Siliziumsolarzelle.

Die halesche Forschergruppe „Light-to-Silicon“ des ZIK (Zentrum für Innovationskompetenz) SiLi-nano® entwickelt effizientere Glaskeramiken, die das einfallende nichtnutzbare Licht in einen für Solarzellen nutzbaren Energiebereich umwandeln können. Sie versucht die Effizienzsteigerung der Photovoltaikanlage durch sogenanntes „Photonenmanagement“ zu realisieren.

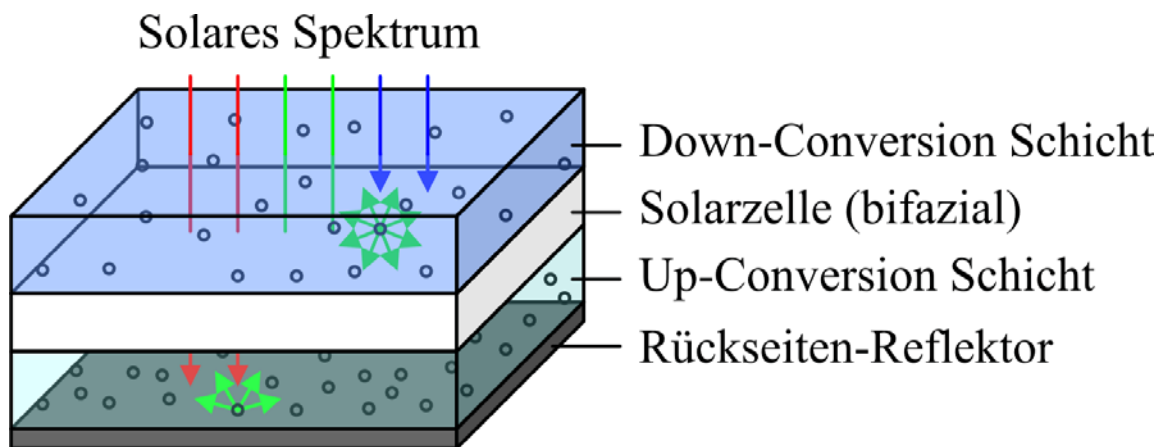


Abb. 2: Die roten Strahlen verbildlichen Infrarotstrahlung, die blauen ultraviolette Strahlung und die grünen im sichtbaren Bereich. Die Kreise stehen für die Seltene Erdenionen. Treffen Photonen im UV-Bereich beispielsweise auf ein Terbiumion, werden sie in weniger energiereiche Lichtteilchen umgewandelt. Diese kann die Solarzelle wiederum in elektrischen Strom umwandeln. Photonen im IR-Bereich gelangen durch die Solarzelle hindurch. Sie werden erst durch eine zweite Schicht, die z.B. mit Neodym dotiert wurde, in energiereichere Photonen umgewandelt. Jetzt können auch diese Lichtteilchen von der Solarzelle in Strom umgewandelt werden.

Der Aufbau des vorgeschlagenen Solarmoduls, in dem die Solarzelle zwischen zwei magischen Gläsern eingebettet wird, stellt ein innovatives Modell für die zukünftige Photovoltaikanlage dar. Zuerst fällt das Sonnenlicht in die obere Glaskeramik ein. Durch eine sogenannte „Down-Conversion Schicht“ wird ultraviolettes Licht in sichtbares Licht herunter konvertiert, so dass es der Silizium-Halbleiter absorbieren kann. Diese Umwandlung geschieht dadurch, dass ein höher energetisches Photon des ultravioletten Lichtes in zwei oder mehrere niederenergetische Photonen zerteilt wird. In der unteren „Up-Conversion Schicht“ verbinden sich die Photonen des nicht genutzten und minder energetischen Lichtes und bilden ein höher energetisches Photon, z.B. Infrarotes Licht, dessen Energie unterhalb der Bandlücke liegt, hochkonvertiert zu sichtbarem Licht. Das in der unteren

Schicht neu erzeugte Licht strahlt in alle Richtungen. Indem der Reflektor am Boden dieses in die Solarzelle nach oben schickt, kann eine höhere Effizienz erzielt werden.

Solche zauberhaften Glaskeramiken sind z.B. die ZBLAN-Gläser. Sie übertreffen andere Gläser mit ihrer hohen Transparenz und werden zusätzlich mit Seltenen Erden dotiert. Der Physiker Ulrich Skrzypczak beschreibt seinen Untersuchungsgegenstand wie folgt: „Ich kümmere mich darum, wie das Einbringen von Nanokristallen in die Seltene Erdengläser diese Konversionsprozesse beeinflusst. Dazu modelliere ich theoretisch mit Ratengleichungssystemen. Deren viele Unbekannte fülle ich mit Daten aus zeitaufgelöster Spektroskopie.“ Er arbeitet mit Frau Dr. Miclea zusammen, die ihre wissenschaftliche Erfahrung beisteuert und neue Forschungsideen entwickelt.

Diese Seltenen Erden verleihen dem Glas die besondere Eigenschaft, die Wellenlänge des Lichtes zu verändern. Dazu gehören Scandium, Yttrium, Lanthan und die darauf folgenden 14 Elemente, die Lanthanoide. Trotz des Namens sind sie nicht so selten. Sie existieren mehr als Gold in der Erde.

Die Physiker untersuchen sowohl, welche Seltenen Erden für den Up- und Down-Konversionsprozess der Photonenenergie geeignet sind, als auch mit welcher Methode und mit welcher Zusammensetzung diese Glaskeramik hergestellt werden kann. Denn je nach Herstellungsverfahren, z.B. die Erhitzungsschritte, verändern sich die Form und die Größe der Nanopartikel, die sich mit den Elementen der Seltenen Erden vereinigen. Das beeinflusst die Stärke der Fluoreszenz des Lichtes. Außerdem bekommen die Gläser und Glaskeramiken je nach Konzentration der Seltenen Erden unterschiedliche Farbhelligkeiten und durch Wahl anderer Seltener Erdionen bzw. Dotierung mit verschiedenen Ionen eine unterschiedliche Farbe. Bei der Dotierung der Seltenen Erden geht es nicht darum, dass man sie so viel wie möglich dem Material hinzufügt, denn es müssen die Funktionen der Gläser auf allen Wellenlängen des Sonnenlichts berücksichtigt werden. Das heißt, dass sie eine hohe Transparenz haben müssen, damit die Aufnahme des sichtbaren Lichtes von der Solarzelle weiterhin uneingeschränkt erfolgen kann.

„Einer der Versuchsaufbauten, die man dazu braucht, entsteht gerade in unserem Labor. Der ist dazu geeignet, besonders schnelle Prozesse nachzuvollziehen (auf einer Femtosekunden-Zeitskala). Ich kann mithilfe von gepulsten Lasern und einer variablen optischen Verzögerungsstrecke die Besetzung der elektronischen Niveaus zeitlich nachvollziehen und damit verstehen, wann die Elektronen wo sind und damit welche Wege sie gehen. Wie nimmt die Änderung der Materialparameter Einfluss auf das Verhalten der Elektronen? Der konventionelle Aufbau hierzu wurde bislang in der Optikfachgruppe genutzt, den ‚übertragen‘ wir gerade mit neuen Geräten in das neue Labor von SiLi-nano. Jedoch ist beides noch nicht abgeschlossen, da bislang mehrfach Probleme mit dem Laser auftraten,“ berichtet Herr Skrzypczak.

Eine Femtosekunde entspricht 0, 000 000 000 000 001 Sekunden!

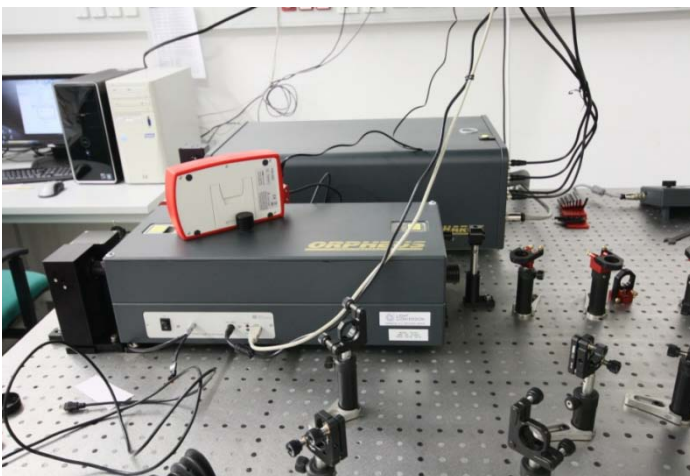


Abb. 2: Femtosekunden-Lasersystem im Aufbau: Das hintere Gerät, eine gepulste Laserquelle, sendet einen Strahl mit einer Wellenlänge im IR-Bereich aus. Der Laserstrahl wird in das vordere Gerät umgeleitet, in den sogenannten OPA (dt. optisch parametrischer Verstärker). Über eine Software können die Physiker Kristalle und Spiegel im Inneren des OPAs steuern. Dadurch wird die Wellenlänge des Laserstrahls in jede beliebige Wellenlänge des sichtbaren Lichts gewandelt. Noch ist die „optische Verzögerungsstrecke“ nicht fertig, aber bald werden Frau Dr. Miclea und Herr Skrzypczak mit dem Lasersystem erforschen können, „wann die Elektronen [in den Glaskeramiken] wo sind und damit welche Wege sie gehen“.

Es ist erst ein Jahr vergangen seit man mit den Untersuchungen begann. Die Zusammenarbeit mit dem Institut für Physik der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, dem Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik, dem Fraunhofer-Center für Silizium-Photovoltaik und dem Max-Planck-Institut für Mikrostrukturphysik ermöglicht schnellen Austausch der neuesten Erkenntnisse dank der günstigen Ortsbedingungen und der unmittelbaren Nachbarschaft der Institute. So kann es gelingen, in näherer Zukunft mit der Solarzelle aus Halle einen Beitrag gegen die Verschlimmerung der Erwärmung zu leisten.

Report: Ein magisches Glas entsteht

Wir sahen zu, wie ein Deckglas einer Solarzelle mit einem mit Terbium-dotierten ZBLAN-Glas beschichtet wurde

Von Anita Wuttke

3. August 2010, gegen 17:00 Uhr: Herr Skrzypczak hatte unser Reporterteam am Vormittag dazu eingeladen, beim Schmelzen der Glaskeramiken zu zuschauen. Nun stehen wir gemeinsam mit ihm im Innenhof des TGZ III (Technologie- und Gründerzentrum). Kurz darauf begrüßt uns Dr. Bernd Ahrens vom Fraunhofer-Center für Silizium-Photovoltaik, und wir begleiten ihn durch die labyrinthischen Gänge des TGZ in ein großes Labor, das voll mit verschiedenen Geräten steht. Herrn Ahrens interessiert jedoch nur ein sperriger Edelstahlkasten mit einer Glasfront aus dem drei schwarze Gummiarme ragen. Die Handschuhbox ist wie ein Labor im Labor, darin werden die ZBLAN-Gläser hergestellt.



Abb. 3: Die Handsuhbox

„Die Herstellung findet in einer inerten Atmosphäre, d. h. in einer Atmosphäre ohne Sauerstoff statt. Dazu wird ungiftiges Argon in die Box geleitet. Wenn wir die Gläser unter Sauerstoff herstellen würden, würde sich der Sauerstoff direkt in die Matrix mit einbauen und das ganze Gemisch kristallisiert. Es entstünde kein transparentes Glas. Wenn das Glas erkaltet ist, haben wir das Problem mit dem Sauerstoff nicht mehr. Deshalb beträgt der Druck in der Handsuhbox immer zwei bis fünf Millibar mehr als in der Außenatmosphäre. Falls ein Leck in der Box ist, wird maximal ungiftiges Argon nach außen gedrückt, aber es zieht kein Sauerstoff rein,“ erläutert der Physiker während er eine integrierte Gasreinigungsanlage einschaltet. Von jetzt an wird das Brummen und Rauschen der Filter den Herstellungsprozess begleiten. Sie filtern den Sauerstoff aus dem hermetisch abgeschlossenen System heraus. Sensoren messen permanent den Druck und das Volumen an Sauerstoff und Wasser im Inneren der Box.

Unter der Box steht ein Hochfrequenzofen, der ähnlich wie eine Mikrowelle funktioniert, erklärt man uns. Von ihm aus windet sich eine Kupferspule um ein Quarzglasrohr, in dem sich ein glasartiger Kohletiegel befindet, der das Stoffgemisch enthält, das gleich zu einem Glas eingeschmolzen wird. Das Rohr ist mit dem Boden der Arbeitsfläche verbunden, dadurch kann der Tiegel in den Ofen gefahren werden, ohne dass sich die Innenatmosphäre verändert. Diese Konstruktion wurde speziell für die Herstellung der Gläser von SiLi-nano® angefertigt. In der Box sind Regale angebracht, auf denen die notwendigen Chemikalien aufbewahrt werden. Die Arbeitsfläche ist in verschiedene Bereiche aufgeteilt: Links befindet sich eine Präzisionswaage, rechts ist die Öffnung, durch die



Abb. 4: Unterhalb der Box

der Tiegel ins Innere der Box gelangt und in der Mitte steht eine Ausgussform aus Messing. In der Form befindet sich bereits ein Solarzellen-Glas.

Dr. Ahrens beschreibt uns die Besonderheit des aktuellen Versuchs so: „Wir versuchen auf der Vorderseite eines Standardglases unser Glas aufzubringen. Das Quarzglas ist aus dem Prozess der Solarzellenherstellung entnommen und zugesägt worden. Den ersten Schritten bei der Dünnschicht-solarzellenherstellung, das Anbringen von transparenten Kontakten auf der Rückseite des Glases, hält das ZBLAN-Glas nicht stand. Daher erfolgt das Aufbringen des ZBLAN-Glases in einem späteren Schritt. Dass das Quarzglas nicht direkt benetzt wird, ist ein weiteres Problem, das wir lösen müssen. Früher haben wir die Schmelze immer in eine waagerechte Ausgießform gegossen, dadurch hat sich das Glas gewölbt und sein Durchmesser war zu dick. Wir haben auch versucht, die Oberfläche anzurauen. Jetzt sind wir zu einer senkrecht stehenden Form übergegangen, dadurch bekommen wir dünnere und auch großflächigere ZBLAN-Gläser und erzwingen durch den verengten Raum, dass sich die Schmelze und das Standardglas verbinden. Damit keine Spannungen im Glas entstehen, also damit es nicht reißt, wird die Form auf 200 °C vorgeheizt.“

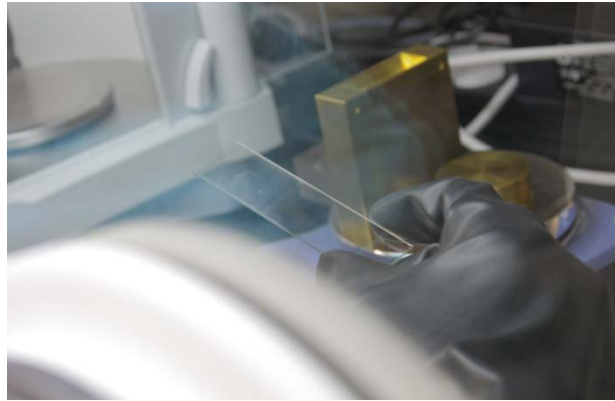


Abb. 5: Das Standardglas

Der junge Forscher stellt den Hochfrequenzofen so ein, dass er nur mit 30 % seines Heizvermögens heizt: „Der eigentliche Glasträger Zirkonfluorid sublimiert bei 775 °C. Das heißt, die Substanz geht direkt von einer festen Phase in eine gasförmige über.“ Neben Zirkonfluorid sind die namensgebenden Bestandteile des ZBLAN-Glases Barium-, Lanthan-, Aluminium- und Natriumfluorid. Auch das seltene Erdmetall Terbium wird vor dem Schmelzen als Fluorid hinzugefügt. Normalerweise wird das Gemisch noch mit Chlor- oder Bromionen dotiert, die später gemeinsam mit Barium Nanopartikeln bilden. Doch bei diesem Versuch wurden die Ionen nicht hinzugefügt, denn der Fokus lag auf der Verbindung der Schmelze mit dem Standardglas.

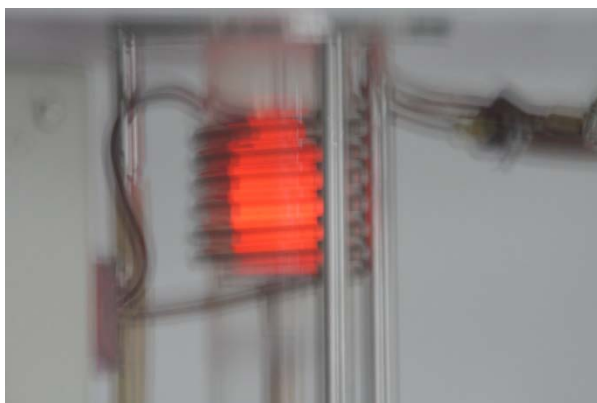


Abb. 6: Der glühende Tiegel

Das Mischen am Vortag, betont Bernd Ahrens, habe ca. 45 Minuten gedauert, weil jede Substanz auf das Milligramm genau abgewogen werden müsse. Das Arbeiten mit Überdruck erschwere zusätzlich den Abwiegevorgang, da jede Armbewegung in Druckschwankungen umgesetzt würde und man müsse erst abwarten, bis sich die Waage wieder eingependelt habe. Auch für uns heißt es jetzt abwarten: Erst wird der Tiegel auf 745°C erhitzt. Das ist die optimale Temperatur, bei der die Komponenten zu einem Glas schmelzen. Dann lässt man die Schmelze auf ca. 650 °C abkühlen, damit das flüssige Glas nicht „kocht“. Bevor es in die Form gegossen werden kann, vergehen mehr als 30 Minuten.

Wir haben also genug Zeit, uns von den beiden Physikern erklären zu lassen, was beim nachträglichen Tempern passiert: Nachdem das Glas fertig gegossen ist, wird es aus der Handschuhbox geholt und in mehrere 1x1cm² große Probenstücke geschnitten und anschließend poliert. Das Tempern ist der Vorgang, durch den man nach der Glasherstellung die Nanopartikel in den Gläsern erzeugt. Wenn z. B. Chlor beigefügt wurde, kann es dazu anregt werden, auszukristallisieren. Die Probe wird wieder erwärmt, dadurch verflüssigt sich das Glas leicht. Bei 250 °C ist ein Kristallisationspunkt, d. h. Nanopartikel bilden sich. Das Glas bleibt trotzdem transparent und der sichtbare Bereich des

Sonnenlichts kann weiterhin in die Solarzelle gelangen. Die Kristalle verbessern die optischen Eigenschaften der Gläser. Das Seltene Erdmetall Terbium begünstigt die Downkonversion, die besser funktioniert, wenn sich die Terbiumionen in oder in der Nähe von den Nanopartikeln befinden. Die Physiker wollen das Kristallwachstum optimieren. Damit könnten sie die optischen Eigenschaften der Glaskeramiken so anpassen, wie sie sie brauchen.

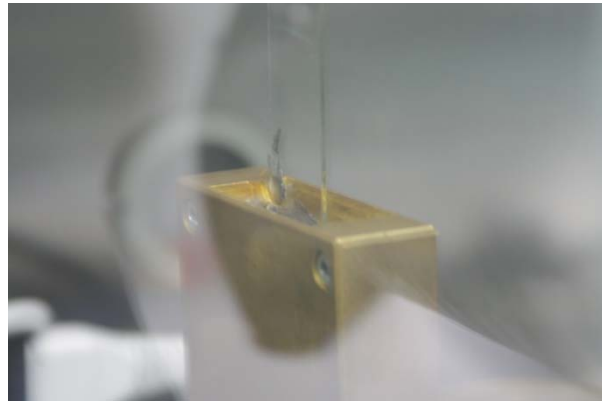


Abb. 7: Die Schmelze wurde in die Form gegossen.

„Wir wollen nur den physikalischen Prozess optimieren. Bestenfalls würde man das Glas wirklich austauschen, d. h. man würde mit unserem Glas anfangen und dann darauf die Solarzelle aufbringen, weil jede weitere Schicht eine Effizienzminimierung bedeutet. Die chemische Stabilität unserer Gläser ist allerdings noch nicht so ausgereift, z. B. sind sie hygroskopisch, d. h. sie ziehen das Wasser aus der Umgebung an. Sie würden also den hiesigen Bedingungen an ein Solarzellenglas nicht standhalten. Wir experimentieren neben den ZBLAN-Gläsern mit Boratgläsern. Längerfristig werden wir den Kristallisationsprozess des Bariumchlorids, also die Erzeugung der Nanopartikel, auf diese Gläser übertragen. Die sind wesentlich stabiler und auch noch nebenbei günstiger in der Produktion als die ZBLAN-Gläser und müssen nicht in einer inerten Atmosphäre hergestellt werden. Aber jetzt versuchen wir erst einmal, die Kristallisation der Nanopartikel zu verstehen und zu optimieren und dann wechseln wir zu den Boratgläsern.“ Damit deutet Bernd Ahrens an, dass noch ein paar Jahre vergehen werden, bis die erste Solarzelle mit dieser innovativen Beschichtung industriell gefertigt und vom Normalverbraucher gekauft werden kann.

Interviewt: „Ich bin nicht ganz weg von der Wissenschaft“

Unser Reporterteam traf Frau Dr. Mitzschke, die wissenschaftliche Koordinatorin von SiLi-nano®

Am 22. Juni 2010 sprachen wir mit der Physikerin über das Forschungsprojekt, ihre neuen Aufgaben und über ihre alte Leidenschaft als Forscherin.

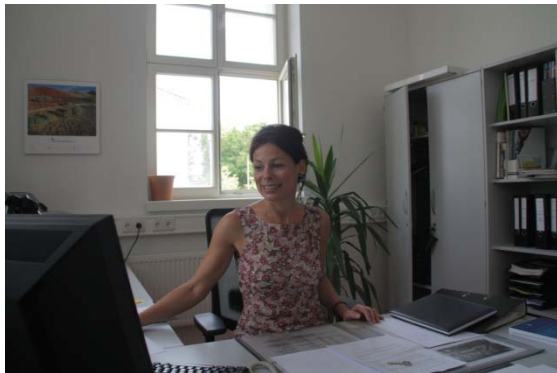


Abb. 8: In ihrem Büro stellt uns Frau Dr. Mitzschke ihre Arbeit vor.

Welche Aufgaben haben Sie als wissenschaftliche Koordinatorin von SiLi-nano®?

Ich bin, ganz allgemein gesprochen, verantwortlich für die gesamte wissenschaftliche und administrative Organisation unseres ZIK (Zentrum für Innovationskompetenz): Sei es jetzt die Beschaffung von Geräten, die Vorbereitung der Personaleinstellungen, Dienstreisen vor- und nachbereiten, also alles was mit der Mittelüberwachung und dem Mittelabruf zusammenhängt und der Erstellung und Aktualisierung der Homepage. All diese organisatorischen Dinge müssen erledigt werden, um den Kollegen den Rücken für ihre Forschungen frei zu halten. Bei der Beschaffung von Geräten oder Verbrauchsmaterial hake ich z.B. bei den Lieferanten nach, wenn irgendwas nicht fristgerecht geliefert wird.

Nach jeder Auslandsdienstreise müssen Reiseberichte eingereicht und am Ende des Jahres müssen Abschlussberichte geschrieben werden. Ich lese die Berichte Korrektur, schreibe selbst Entwürfe oder erinnere die Kollegen daran, damit Fristen nicht überschritten werden. Für mich ist es natürlich auch sehr wichtig, dass ich bei den Arbeitsbesprechungen dabei bin. Auf diese Weise bin ich in die wissenschaftlichen Fragen involviert und so nicht ganz weg von der

Wissenschaft und kann gegebenenfalls im Labor mit arbeiten.

Jetzt, während der Baumaßnahme hier im Bürogebäude bin ich Ansprechpartner für die Bauleitung der Universität und die Handwerker. So nehme ich regelmäßig an den Baubesprechungen teil.

Ich verstehe mich sozusagen als Bindeglied zwischen ZIK und BMBF, unserem Geldgeber, und der Universitätsverwaltung, dem Mittelverwalter. Und wir sind dann sozusagen die Ausführenden. (lacht)

Alles was gekauft oder beschafft wird, muss mit Rechnungen, Aufträgen etc. belegt sein – die Archivierung hierfür liegt in meinen Händen. Wir sind an die Universität angegliedert, gehören zur Naturwissenschaftlichen Fakultät II und haben als Interdisziplinäre Wissenschaftliche Einrichtung (IWE) einen ähnlichen Status wie das Physik- oder Chemie-Institut. Dadurch laufen alle verwaltungstechnischen Vorgänge auch über die Univerwaltung. Es gibt ein gewisses Reglement, an das man sich halten muss. Ich bin dafür verantwortlich, dass wir dieses Reglement einhalten. Dieser Weg ist manchmal etwas kompliziert und zäh, aber wenn man öffentliche Gelder erhält, hat man auch dafür Sorge zu tragen, dass sie bedarfsgerecht ausgegeben werden.

Die innerhalb des ZIK entstandenen Veröffentlichungen leite ich an die Universitätsbibliothek weiter, damit diese in der Uni-Bibliographie archiviert und auch im Forschungsportal Sachsen-Anhalt aufgenommen werden. Gleichzeitig erscheinen alle Publikationen unserer Mitarbeiter auf unserer Webseite.

Schließlich bin ich auch verantwortlich für die Organisation von Workshops. Im September führen wir z. B. unseren Eröffnungsworkshop vom ZIK SiLi-nano® durch. Die Vorbereitung dafür, also Verteiler erstellen, Einladungen schreiben, Flyer mit kreieren und ein Programm entwerfen usw. liegt in meinen Händen.

Während Ihrer Promotion beschäftigten Sie sich mit „Lasieranwendungen und nichtlinearen optischen Prozessen in 2D photonischen Kristallen im spektralen Infrarot-Bereich“. Können Sie uns Ihre Promotion etwas näher erläutern? Und welche Anwendung findet Ihr Promotionsthema in der aktuellen Forschung von SiLi-nano®?

Eine Grundidee der nichtlinearen Optik ist, ganz einfach ausgedrückt, folgende: Ich habe eine Wellenlänge, die schicke ich in ein nichtlineares Material und bekomme am Ende eine andere Wellenlänge heraus. Das nennt man Frequenzkonversion. Im infraroten Spektralbereich spricht man häufig von Frequenzen oder Wellenzahlen. Ich habe Silizium als nichtlineares Material verwendet. In dieses Silizium wurden Poren geätzt, so dass ich 2D (zweidimensionale) photonische Kristalle erhalte. Diese 2D photonischen Kristalle wurden mit Licht im spektralen MIR-Bereich (mittleres Infrarot) bestrahlt und dadurch Wellenlängen im NIR-Bereich (nahes Infrarot) erzeugt. Je nachdem, ob ich hexagonal oder quadratisch angeordnete Poren untersucht habe, konnte ich die Unterschiede mit einem Gitterspektrometer und einer CCD-Kamera detektieren. Mit diesem Experiment war es möglich, vom abgestrahlten Licht auf die Struktur der Photonischen Kristalle zu schließen. Das war reine Grundlagenforschung. Ich arbeitete mit einem selbst gebauten Laser und weiß dadurch ganz genau, wie ein Laser funktioniert: mit dem aktiven Lasermaterial, dem Resonator mit seinen Endspiegeln, der Blitzlampe als Pumpe und dem Verstärker. Solch ein offener Aufbau ist sehr empfindlich, und ich musste viel justieren. Der Laser hat bei 1047 nm emittiert, für das Experiment benötigte ich Wellenlängen zwischen 2800 und 3800 nm, die ich durch zwei Frequenzkonversionsstufen erhalten habe. Konversionsstufen sind nichtlineare Bauteile, kleine nichtlineare Kristalle, die Licht bestimmter Wellenlängen in andere Wellenlängen umwandeln. Und wenn der Laser einmal gut lief, dann hieß es messen, messen, messen, auch wenn es die ganze Nacht durch war. So machte z. B. ein Raumtemperaturunterschied von 2°C eine Neujustage notwendig. Oder man stößt versehentlich gegen einen Spiegel oder die Laserstäbe müssen ausgetauscht werden. All das erforderte immer eine zeitaufwändige

Neujustage des sehr empfindlichen Aufbaus. Bei so einem komplizierten Equipment wächst man quasi geistig mit seinem Experiment, und am Ende hat man das entsprechende Know-how und die Erfahrungen. Die Ergebnisse, die ich in meiner Arbeit genutzt habe, das waren dann wirklich die letzten Messungen, wo alles funktionierte. Mit den heutigen kompakten Lasern verlagern sich die Probleme eher auf die Elektronik.

Die Gruppe „Silicon-to-Light“ nutzt den Effekt der Frequenzkonversion aus und baut gerade mein altes Experiment um und erweitert es. Mir kommen die Erfahrungen und Erkenntnisse, die ich während meiner Promotion gewonnen habe jetzt sehr zugute, da ich dadurch das Verständnis für die anstehenden Forschungsaufgaben mitbringe.



Abb. 9: Die Poren in den Silizium-Wafern haben einen Durchmesser von ca. 0,001 mm (= 1 µm).

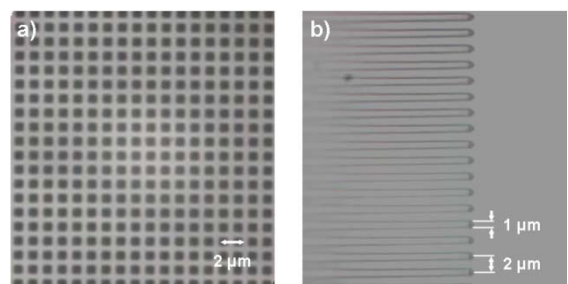


Abb. 10: Mikroskopaufnahme eines 2D Photonischen Kristalls mit quadratischem Gitter, Porendurchmesser 1 µm, Porenlänge 100 µm a) Draufsicht, b) Längsschnitt

Für 5 Jahre wurden SiLi-nano® rund 6,25 Millionen Euro vom BMBF zur Verfügung gestellt. Was wird davon finanziert?

Die Personalkosten werden komplett über diese Gelder bezahlt. Reisekosten und Spezialliteratur fallen ebenfalls darunter. Das komplette wissenschaftliche Equipment, das wir für den Laborbetrieb und unsere Experimente brauchen und was nicht zur Grundausstattung gehört, wird auch aus Mitteln des BMBFs bezahlt. Das betrifft Großgeräte, wie den Laser und ein Röntgendiffraktometer. Weiterhin wurden ein Plasmaätzer zum Ätzen von Silizium und anderen Materialien sowie eine Handschuhbox für die Präparation von Gläsern angeschafft. Spektrometer, Photomultiplier, also Photonen-zähler, Detektoren, optische Tische und viel optisches Kleinmaterial, wie Linsen, Spiegel und Polarisatoren wurden ebenfalls gekauft. Aber auch Elektronikmaterial: Hardware, wie eine Hochleistungs-Workstation, Computer für die Experimente und entsprechend die notwendige Software, dann PCI-Cards, also Steuerungskarten für Motoren usw.

Ist das dafür nicht zu wenig Geld?

Nein, das ist schon okay. Großgeräte kauft man ja einmal und nutzt sie die ganze Zeit. Ständig neu gekauft werden Verbrauchsmaterialien, z. B. die Chemikalien für die Gläserherstellung. Weiterhin finanzieren wir von dem Geld wissenschaftliche Aufträge. Wir haben Verträge mit dem Max-Planck-Institut und mit dem Fraunhofer Institut, das sind Forschungs- und Entwicklungsaufträge. Diese Institute sind natürlich auch wissenschaftlich hochkarätig ausgestattet, und es macht keinen Sinn, wenn wir hier auf dem Weinberg Campus uns die Geräte ein zweites Mal kaufen. Diese Zusammenarbeit ist auch im Kooperationsvertrag zwischen SiLi-nano[®], der MLU, dem Fraunhofer Institut IWM und dem Max-Planck-Institut verankert, so dass wir in deren Laboren Geräte nutzen und dort unsere Untersuchungen machen können.

Tauschen Sie die Informationen und Forschungsergebnisse zwischen Max-Planck-Institut, Fraunhofer Institut, Uni und SiLi-nano[®] aus?

Ja, auf jeden Fall. Gestern war z. B. bei einer Arbeitsbesprechung von der Nachwuchsgruppe „Silicon-to-Light“ jemand vom Max-Planck-Institut hier, der einen Vortrag gehalten hat. Es gibt bereits ganz enge Verbindungen und rege

Zusammenarbeiten, z. B. auch zwischen „Light-to-Silicon“ und dem Fraunhofer-Center für Silizium-Photovoltaik.

Wie viel Geld ist schon ausgegeben worden?

Das Geld geht hälftig zu beiden Gruppen. Eine Gruppe hat im Jahr 2009 schon ca. 650.000 € und die zweite, die 2 Monate später ihre Arbeit aufgenommen hat, ca. 330.000 € ausgegeben. In den ersten Jahren sind erwartungsgemäß die höchsten Ausgaben, da hier die Geräte-Investitionen getätigt werden. Die Personalausgaben sind in etwa gleich: Wir dürfen pro Nachwuchsgruppe 4 ganze Wissenschaftsstellen besetzen, dazu kommt meine Stelle als Koordinatorin und die beiden Nachwuchsgruppenleiter. Wie wir die 4 Wissenschaftsstellen aufteilen, können wir selbst entscheiden, da haben wir Post-Doc-, aber auch Doktorandenstellen eingerichtet. Die Finanzierung ist im Vorfeld durchkalkuliert worden, als wir den Förderantrag gestellt haben. Es existiert ein Finanzplan, der beinhaltet, wie über die 5 Jahre über das Geld verfügt wird. Ohne diese Planung geht es gar nicht. Dies benötigt das BMBF, und für uns ist dies auch sehr wichtig.

Wer finanziert das Projekt noch?

Andere Drittmittelgeber haben wir noch nicht. Die Grundausstattung, d. h. die Büros an sich, also unser Gebäude hier, die Büromöbel usw., das stellt die Uni. Auch die Labore, die wir nutzen, gehören der Universität.

Was passiert 2014 nach den 5 Jahren? Wie geht es dann weiter mit der Forschung? Wovon wird das Projekt finanziert? Was bleibt am Standort Halle erhalten?

Anvisiert ist, dass wir eine gemeinnützige Forschungs-GmbH gründen. Es kann aber auch sein, dass wir nochmals für 5 Jahre eine Förderung erhalten. Das ist alles noch so visionär. Wir existieren ja erst ein Jahr. Wir haben verschiedene Ideen, versuchen diese umzusetzen, so dass wir am Ende der 5 Jahre die Funktion von Prototypen zeigen können. Darum geht es uns eigentlich.

Wenn man eine gewünschte Glaskeramik gefunden hat, wie lange dauert es, bis dieses

Glas in einer Photovoltaikzelle zum Einsatz kommt, und von einer Firma, z. B. Q-Cells, produziert wird?

Wir wollen jetzt erst einmal das richtige Material bzw. die richtige Zusammensetzung für die Glaskeramik finden. Dann wollen wir die Solarzelle damit beschichten und zuerst selbst ausprobieren, ob es funktioniert. Erst dann würden wir an die Industrie herantreten. Das ist unser Anspruch. Wir wollen nichts raus geben, was vielleicht nicht funktioniert. „Solarvalley“, das ist für uns die Industrienähe, die Anwendbarkeit. Da gibt es viele Firmen, Q-Cells ist nur der größte Vertreter.

Frau Dr. Mitzschke, wir danken Ihnen für dieses Gespräch.

Interview: Haiyan Yang, Mako Takase-Conrad, Anita Wuttke

Glossar

Folgende Fachbegriffe haben wir uns mit de.wikipedia.org erklärt

Bandlücke: der Abstand zwischen dem Energieband, wo sich die normalen Elektronen aufhalten, und dem Band, wo sich die angeregten Elektronen aufhalten. Wenn die Energie erhöht wird und für die Überwindung der Bandlücke ausreicht, z.B. Licht oder Wärme auf den Halbleiter gegeben wird, dann bewegen sich die angeregten Elektronen frei durch den Festkörper und können als elektrischer Strom zur Stromerzeugung in dem Halbleiter beitragen.

Dotierung: bezeichnet in der Halbleitertechnik das Einbringen von Fremdatomen in eine Schicht oder ins Grundmaterial eines integrierten Schaltkreises. Bei dieser Glasmischung werden die Seltenen Erdionen in geringsten Mengen beigefügt.

Fluoreszenz: die kurzzeitige, spontane Emission von Licht. Diese Emission geschieht, wenn das angeregte Elektron, dessen Zustand durch die Absorption der hohen Energie vom ausgestrahlten Licht hergestellt ist, in einen Zustand niedrigerer Energie gerät.

Laser: (Akronym für engl. Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, dt. Lichtverstärkung durch stimulierte Emission von Strahlung) ist ein physikalischer Effekt, mit dem künstlich gerichtete Lichtstrahlen erzeugt werden können. Der Begriff Laser wird dabei nicht nur für den Verstärkungseffekt, sondern auch für die Strahlquelle verwendet.

Nanopartikel: bezeichnet ein sehr kleines Teilchen, dessen Größe zwischen 1 bis 100 Nanometer liegt. (Ein Nanometer ist $10^{-9}=0,000000001$ Meter.) Im Vergleich mit größeren Teilchen haben sie besondere Eigenschaften, z.B. eine höhere chemische Reaktivität, deswegen kann man durch weitere Forschung neue Möglichkeiten im chemischen und physischen Bereich erwarten. Bei diesem Fall wird durch die Zusammensetzung bestimmter Nanopartikel bei der Herstellung der Glaskeramiken der Konversionsprozess verbessert.

Spektroskopie: ist eine Gruppe von Methoden, das Energiespektrum einer Probe zu untersuchen, indem Strahlung nach ihrer Energie zerlegt wird. Zur visuellen Betrachtung optischer Spektren dienen Spektroskope, aufzeichnende Geräte heißen Spektrometer. Letztere arbeiten auch in anderen Bereichen des elektromagnetischen Spektrums sowie mit Teilchen wie Elektronen oder Ionen. Dabei kann die Anregung der Probe mit einer Strahlungsart erfolgen und dann eine andere Ausstrahlung der Probe untersucht werden.

Anhang

Danksagung

Unser Reporterteam dankt insbesondere Frau Dr. Miclea, Frau Dr. Mitzschke, Herrn Dr. Ahrens und Herrn Skrzypczak für die freundliche und geduldige Zusammenarbeit, ohne die dieses Dossier nicht zustande gekommen wäre.

Abbildungsverzeichnis

Das Logo von SiLi-nano® auf dem Titelblatt wurde von www.sili-nano.de kopiert.

Abb. 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8 und 9 wurden von Anita Wuttke fotografiert.

Abb. 2 wurde von Dr. Bernd Ahrens erstellt.

Abb. 10 a und b wurden von Dr. Kerstin Mitzschke aufgenommen.

Informationshinweise

Vor allem diese Medien haben uns weitergeholfen das komplexe Thema Photovoltaik etwas besser zu verstehen.

- Die Solarmaus – Video zur Entstehung der Solarzelle mit Armin Maiwald:
<http://www.youtube.com/watch?v=WU1fLFY6iM>
- Internetportal des Zentrums für Innovationskompetenz SiLi-nano® in Englisch und in Deutsch: <http://www.sili-nano.de/cms/>
- Thomas Walter und Herbert Walter: „Was ist Licht? Von der der klassischen Optik zur Quantenoptik“. München: Beck 1999. Dieses Buch gibt einen verständlichen Überblick über die wissenschaftlichen Erkenntnisse über die Physik des Lichts. Es kann in der Bibliothek der Stadt Halle ausgeliehen werden.
- Viele Wikipediaartikel wie z.B. den über den „Solarzelle“:
<http://de.wikipedia.org/wiki/Solarzelle>