

Überblicksbericht 2010

Forschungsprogramm Photovoltaik



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE
Office fédéral de l'énergie OFEN

Titelbild:**Eine Vision wird Realität: Die Photovoltaik hebt ab ...**

Im Jahr 2010 konnte das Forschungsprogramm Photovoltaik auf 25 Jahre Pioniergeist und Innovation in Forschung, Entwicklung und Umsetzung zurückblicken. Im Jubiläumsjahr wurde ein symbolhafter Meilenstein erreicht: Im Juli 2010 führte das Solarflugzeug Solar Impulse von Bertrand Piccard einen ersten Tag- und Nachtflug durch und blieb insgesamt 26 Stunden in der Luft. Modernste Technologien der Materialien, der Konstruktion, der Photovoltaik, des effizienten Energieeinsatzes, der Energiespeicherung und des Energiemanagements erlaubten diesen wichtigen Erfolg. Initiative, Pioniergeist, Risikobereitschaft und der feste Glaube an ein Ziel sind die menschlichen Attribute, welche die Grundlage dazu bilden. Das Beispiel zeigt stellvertretend für die gesamte Entwicklung der letzten 25 Jahre, wie Erfolge erzielt werden können (Quelle: www.solarimpulse.com).

BFE Forschungsprogramm Photovoltaik

Überblicksbericht 2010

Auftraggeber:

Bundesamt für Energie BFE
CH-3003 Bern

Programmleiter BFE (Autor):

Dr. Stefan Nowak, NET Nowak Energie & Technologie AG (stefan.nowak@netenergy.ch)

Bereichsleiter BFE:

Dr. Stefan Oberholzer (stefan.oberholzer@bfe.admin.ch)

www.bfe.admin.ch/forschungphotovoltaik, www.photovoltai.ch

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor dieses Berichts verantwortlich.

Einleitung

Die Photovoltaik ist sowohl wissenschaftlich-technisch wie industriell und marktbezogen eine viel diskutierte und sehr dynamische Technologie. Vor dem Hintergrund einer rasch wachsenden, global orientierten Industrie findet weltweit eine intensive Forschung statt, welche als Hauptziel die Kostenreduktion und die rasche Industrialisierung der Photovoltaik verfolgt. Dabei geht es einerseits um die anhaltende Weiterentwicklung der bestehenden Photovoltaik-Technologien sowie die Erforschung neuer Materialoptionen und Konzepte. Nebst dem Kerngebiet der verschiedenen Solarzellen-Technologien beinhaltet die Photovoltaikforschung auch technologiespezifische Themen auf der Systemebene, z. B. der Gebäudeintegration, der elektrischen Systemtechnik oder der Umweltindikatoren und des Recyclings. Immer häufiger bilden auch systemübergreifende Aspekte wie die Netzintegration, die Speicherung oder energetische Konzepte im Gebäude Themen der Forschung. Aufgrund des anhaltenden Marktwachstums werden neue Erkenntnisse und Resultate aus der Forschung möglichst rasch in die Industrie übergeführt.

Die Photovoltaik als möglicher wesentlicher Pfeiler einer nachhaltigen Stromversorgung hat in relevanten Szenarien weiter an Bedeutung gewonnen: Die im Jahr 2010 publizierte Photovoltaik-Roadmap der IEA [1] spricht bis 2050 von einem möglichen Beitrag von mehr als 10 % zur weltweiten Stromversorgung, ein Wert der von vielen Akteuren aus der Photovoltaik als untere Grenze angesehen wird. Nicht überall hat sich diese Meinung allerdings durchgesetzt, so dass die Photovoltaik und ihre Aussichten weiterhin Gegenstand der öffentlichen Diskussion sind.

Die Photovoltaikforschung in der Schweiz konnte im Jahr 2010 auf ihr 25-jähriges Bestehen als themenspezifische Forschung zurückblicken. In diesen 25 Jahren hat sich eine starke

Schweizer Position in verschiedenen Gebieten der Photovoltaikforschung herausgebildet: Im Vordergrund stehen die Entwicklungen und Ergebnisse von mehreren Dünnschicht-Technologien, welche schon immer den Schwerpunkt der Schweizer Photovoltaikforschung bildeten. Ausgehend von Arbeiten an neuen Solarzellen-Konzepten wurden diese sukzessiv in die industrielle Umsetzung übergeführt. Heute findet nebst der Forschung an Instituten und Hochschulen auch seitens der Industrie eine intensive Technologieentwicklung statt, welche mittlerweile zu einer entlang der ganzen Wertschöpfung der Photovoltaik bedeutenden Schweizer Industrie geführt hat.

Laufende Aktivitäten in Forschung und Entwicklung sowie Projekte im Bereich von Pilot- und Demonstrationsanlagen umfassen im Berichtsjahr 2010 rund 70 Projekte, wobei alle der Programmleitung bekannten Projekte mit einer Förderung der öffentlichen Hand berücksichtigt sind. Nebst den durch das Bundesamt für Energie (BFE) geförderten Projekten und den Schwerpunkten einzelner Hochschulen und Forschungsinstitute spielen KTI- und EU-Projekte im Forschungsprogramm Photovoltaik eine tragende Rolle.

Das Schweizer Forschungsprogramm verfolgt in der Periode 2008–2011 die folgenden Ziele [2,3]:

- Senkung der Kosten der Solarzellen und -module;
- Steigerung des Wirkungsgrades (Solarzellen);
- Senkung des Material- und Energieeinsatzes;
- Vereinfachung und Standardisierung der elektrischen Systemtechnik; Steigerung der Lebensdauer und Zuverlässigkeit von Wechselrichtern;
- Erhöhung der Verfügbarkeit und der Vielfalt industrieller Produkte.

IEA-Klassifikation: 3.1.2 Photovoltaics

Schweizer Klassifikation: 2.1.2 Photovoltaik

Programmschwerpunkte

Das Forschungsprogramm Photovoltaik ist in folgende fünf Bereiche aufgeteilt (die in Klammern angegebene Klassifizierung bezieht sich auf die Liste der Projekte, Seite 11 ff.):

(1a-e) Solarzellen

Verschiedene materialspezifische Ansätze zu Dünnschichtsolarzellen stellen hier den wichtigsten Schwerpunkt dar (Silizium, Verbindungshalbleiter, Organische Materialien). Verstärkt werden Heteroübergänge zwischen Dünnschicht- und kristallinen Schichten untersucht. Organische und Polymersolarzellen als mögliche langfristige Technologieoptionen gewinnen an Bedeutung. Neu findet Grundlagenforschung auch an elektrochemisch abgegrenzten Schichten statt.

(2a-e) Module und Gebäudeintegration

Das Gebiet der Solarmodule ist im Forschungsprogramm Photovoltaik eng mit der Anwendung der Gebäudeintegration verbunden. Im Vordergrund stehen Modultechnologien, welche mit den in der Schweiz entwickelten Solarzellen einhergehen.

(3) Elektrische Systemtechnik

Bei der elektrischen Systemtechnik, insbesondere bei Wechselrichtern, steht die Qualitätssicherung im Vordergrund, einschliesslich entsprechender Normen. Ein in Zukunft wichtiger werdendes Thema ist die Wechselwirkung mit dem elektrischen Netz und die Integration der Photovoltaik ins Netz.

(4) Begleitende Themen

Zum einen geht es hier um relevante technische und nicht technische Themen zur Marktentwicklung (z. B. Hilfsmittel, Monitoring, Umweltrisikofaktoren). Andererseits sind hier auch auf andere Energiethemen übergreifende Projekte (z. B. Gebäude, Mobilität, Speicherung) angesiedelt.

(5) Institutionelle internationale Zusammenarbeit

Sie erfolgt einerseits projektbezogen auf allen Gebieten und andererseits im Rahmen des Implementing Agreements Photovoltaic Power System Programme (PVPS) der Internationalen Energieagentur (IEA), der Europäischen Photovoltaik-Technologieplattform, der europäischen PV-ERA-Net-Kooperation (ERA: European Research Area), der neuen Solar Europe Industry Initiative (SEII) im Rahmen des SET-Plans und der Normen festlegenden Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC).

Das Forschungsprogramm Photovoltaik setzt sich weiter zum Ziel, zu den einzelnen Teilbereichen Kompetenzzentren mit nationaler und internationaler Ausstrahlung zu fördern. Im Jahr 2010 sind dies das Photovoltaik-Labor (PV-Lab) an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Lausanne (EPFL) (Silizium-Dünnschicht-Solarzellen), das Institut of chemical sciences and engineering (ISIC) an der EPFL (Farbstoff-Solarzellen), die Empa (Verbindungshalbleiter- und organische Solarzellen), die Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana (SUPSI, Solarmodule) und die Berner Fachhochschule HTI Burgdorf (elektrische Systemtechnik).

Rückblick und Bewertung 2010

Gemessen an der Anzahl laufender Projekte mit öffentlicher Finanzierung und der gesamthaft gemeldeten Forschungsprojekte [4] kann eine Verstärkung der Photovoltaik-Forschungsaktivitäten beobachtet werden. Allerdings ist diese Erhöhung in erster Linie auf Erfolge mit KTI- und EU-Projekten zurückzuführen und damit das Resultat früherer Forschungserfolge. Die zur spezifischen Förderung der Photovoltaik verfügbaren Mittel des BFE sind nach dem relativ guten Jahr 2009 im Jahr 2010 deutlich zurückgegangen. Diese Entwicklung ist insofern besorgniserregend, als die BFE-Mittel primär zur Wahrung des Kompetenzvorsprungs der beteiligten Institute auf ihren Spezialgebieten eingesetzt werden; diese vorläufige Forschungsexzellenz ist massgebend für weitere Forschungsaktivitäten und -erfolge im Rahmen von KTI- und EU-Projekten.

Betrachtet man die Forschungsergebnisse insgesamt, so konnten zu verschiedenen Forschungsthemen auf den Gebieten der Dünnschicht-Solarzellen und der Module namhafte Fortschritte erzielt werden. Diese sind häufig auch Grundlage weitergehender Projekte in Zusammenarbeit mit der Industrie. Nebst der öffentlich geförderten Photovoltaikforschung haben die privaten Forschungsaufwendungen der Industrie deutlich zugenommen.

Ausblick 2011

Die Dekade 2011–2020 dürfte für die Photovoltaik weltweit eine kritische Zeit werden, welche massgebend über den mittelfristigen Erfolg dieser jungen Energietechnologie bestimmen wird. In diesem Jahrzehnt gilt es einerseits, die Kosten der Photovoltaik weiterhin soweit zu senken, dass eine aussichtsreiche Wettbewerbsfähigkeit mit anderen Energieträgern erreicht werden, und andererseits die Produktionskapazitäten weltweit soweit zu erhöhen, dass die Photovoltaik mittelfristig auch quantitativ die ihr vorhergesagte Rolle spielen kann. Die Schweiz befindet sich mit ihrer ausgezeichneten Forschung und ihrer massgebenden Industrie in der Photovoltaik in einer derzeit noch guten Ausgangslage.

Aus Schweizer Sicht gilt es deshalb, diesen Zeitraum optimal zu nutzen, um die Photovoltaikforschung als innovative Kompetenz-Grundlage der Schweizer Photovoltaikindustrie zu positionieren und in dieser Hinsicht weiter zu verstärken. Optimal wird dies mittels einer Stärkung der Forschung und der institutionellen Kapazitäten zur raschen Umsetzung von Forschung in die Industrie erreicht. Dahingehende Initiativen sollten so rasch wie möglich konkretisiert und auf eine mittelfristig feste Grundlage gestellt werden.

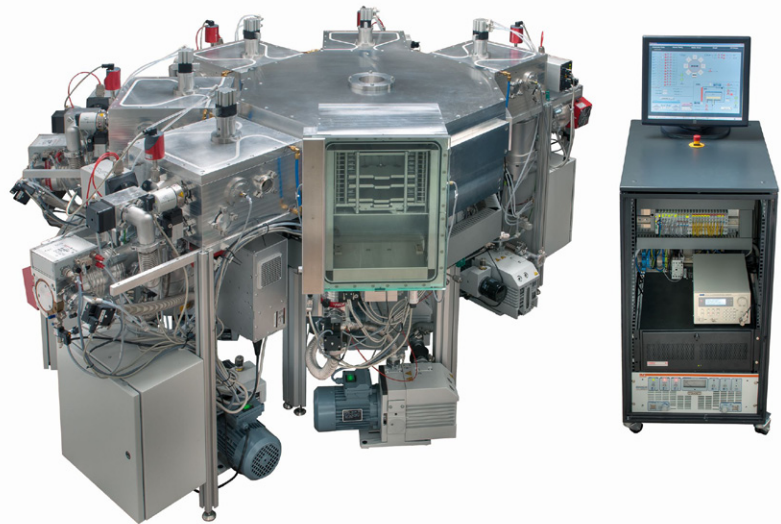
Highlights 2010

Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der kristallinen Solarzellen ist in der Schweiz weitgehend Sache der Industrie. Ein Grossteil der öffentlichen Photovoltaikforschung befasst sich mit neuen Solarzellen auf der Grundlage von Dünnschicht-Technologien. Die wesentlichen Technologieansätze betreffen Dünnschicht-Silizium (zur Hauptsache am PV-Lab der EPFL) und Dünnschicht-Verbindungshalbleiter CIGS und CdTe (Empa). Wachsende Tätigkeiten finden zudem auf dem Gebiet der organischen Solarzellen (Empa, ZHAW) statt. Auf der exploratorischen Ebene werden neue Solarzellen auf der Grundlage von sehr dünnen Absorberschichten erforscht.

Nebst aktuellen Resultaten aus den bedeutenden Arbeiten zu Dünnschicht-solarzellen auf der Grundlage von Silizium und der Verbindungshalbleiter CIGS werden im Folgenden neue Ergebnisse aus der Qualitätssicherung von Solarmodulen und Wechselrichtern eingehender dargestellt. Damit wird eine Übersicht der Fortschritte bei den wichtigsten Schweizer Photovoltaik-Kompetenzzentren angestrebt.

Dünnschicht Silizium – Spitzenresultate und Entwicklungen auf breiter Front

Auf dem Gebiet des Dünnschicht-Siliziums hat sich am PV-Lab der EPFL in Neuchâtel im Verlauf der Zeit ein Cluster von Projekten herausgebildet, welcher verschiedenste Materialvarianten und Prozessschritte beinhaltet: Zur Optimierung der Dünnschicht-Silizium-solarzellen in ihren verschiedenen Ausprägungen stehen zahlreiche Parameter zur Verfügung. Nebst Art, Anzahl und Umfang der aktiven Schichten, welche zur Hauptsache aus amorphem und mikrokristallinem Silizium bestehen, spielen Dotierung, Fenster- und Zwischenschichten, Art der Deposition, usw. wichtige Rollen. Ziel der laufenden Optimierung und neuen Ansätze ist es letztlich, den Wirkungsgrad der Solarzellen zu erhöhen, also möglichst viel einfallendes Licht in der Solarzelle zu absorbieren und damit möglichst vollständig und für genügend lange Zeiträume nutzbare Ladungsträger zu erzeugen. Eine wachsende Rolle auf diesem Optimierungspfad spielen



Figur 1: Neue PECVD Cluster-Depositionsanlage OCTOPUS am PV-Lab der EPFL (Bild PV-Lab).

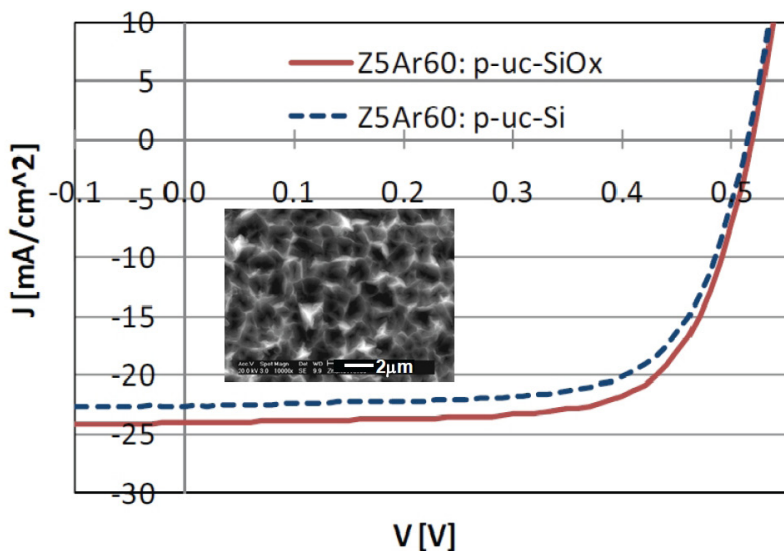
kontrollierte Strukturen und Schichten im Nanometerbereich. Entsprechend komplex ist der Weg zu verbesserten Solarzeleigenschaften, welche auch noch den Anforderungen an grossflächige industrielle Prozesse gerecht werden müssen.

Am PV-Lab der EPFL finden eng verwandte Forschungsprojekte zu verschiedenen Fragestellungen rund um die Dünnschicht-Silizium-solarzellen auf den Substraten Glas und Kunststoff sowie in Kombination zu kristallinen Silizium-solarzellen (Heteroübergänge) statt. Die zu beantwortenden Forschungsfragen beinhalten das grundlegende Verständnis einzelner Prozesse und Schichten ebenso wie den Aufbau ganzer Solarzellen und neuerdings auch Kleinmodule. Die Übertragbarkeit der Forschungsergebnisse auf den industriellen Massstab bildet eine zentrale Aufgabe, bei welcher eine zunehmende Anzahl von Industrieunternehmen mit dem PV-Lab zusammenarbeitet. Damit wachsen auch die Anforderungen an eine leistungsfähige Labor-Infrastruktur, welche in der Lage sein muss, rasch reproduzierbare Resultate zu liefern.

Wichtige Arbeiten im Sinn der Kernkompetenz am PV-Lab finden im BFE-Projekt Silizium-Dünnschicht-solarzellen und -module zur weiteren Verbesserung der mikromorphen Solarzelle (Kombination aus amorphem und mikrokristallinem Silizium) statt. Fortschritte wurden im Berichtsjahr beson-

ders mit verschiedenen Zwischen- und Fensterschichten erzielt. Dabei weisen nanokristalline Siliziumoxid-Zwischenschichten aufgrund ihrer tiefen Absorption, ihres tiefen Brechungsindex und ihres einstellbaren Widerstandes Vorteile auf. p- und n-dotierte nanokristalline Siliziumoxid-Zwischenschichten konnten in Einfach-, Tandem- und Tripelzellen eingebaut werden, woraus eine verbesserte Lichtabsorption resultierte. Solarzellen mit diesen Zwischenschichten wurden mit optimierten Zinkoxid-Fensterschichten, stabileren Schichten aus amorphem Silizium, sowie verbesserten Schichten aus mikrokristallinem Silizium kombiniert. Damit konnten neue Rekordwerte des Wirkungsgrades von mikromorphen Solarzellen erzielt werden: 13,7 % Anfangswirkungsgrad und 11,5 % stabilerer Wirkungsgrad. Strukturveränderungen in der Nanometer-Skala auf der Substratebene können für weitere Verbesserungen der Solarzeleigenschaften verwendet werden. So konnte gezeigt werden, dass durch Ultraviolett-nanoimprint-Lithografie (UV-NIL) eine gute Lichteinkopplung erzeugt werden kann. Die Fortschritte auf dem Gebiet der mikromorphen Solarzellen auf Glassubstraten sind insbesondere für die Zusammenarbeit mit Oerlikon Solar relevant. Oerlikon Solar selbst hat ebenfalls einen neuen Wirkungsgrad-Rekord von 11,9 % publiziert.

Die nachgewiesenen Optimierungsmöglichkeiten durch die Erzeugung



Figur 2: Vergleich der Strom-/Spannungskennlinien einer mikrokristallinen Solarzelle mit üblichem p-Typ $\mu\text{-Si}$ (blau) und der neuen p-Typ SiO_x -Schicht (rot). Die Rasterelektronenmikroskop-Aufnahme zeigt das Substrat mit einer geglätteten ZnO-Frontelektrode (Figur PV-Lab).

von Strukturen im Nanometerbereich stellen nicht triviale Anforderungen für deren Umsetzung im industriellen Massstab. Das EU-Projekt N2P (Nano to Production) befasst sich mit dieser Fragestellung und untersucht insbesondere die Möglichkeiten von Plasmaprozessen bei Atmosphärendruck. Im Vordergrund steht für das PV-Lab das Wachstum von strukturierten Zinnoxid-Schichten als leitende Oxidschicht (TCO).

Dünnschicht-Siliziumsolarzellen auf Kunststoffsubstraten bilden weiterhin ein Thema am PV-Lab der EPFL. Auch

hier sind Materialeigenschaften und Lichteinfang die zentralen Fragestellungen, welche im neuen EU-Projekt Si-LIGHT untersucht werden. Nebst Fensterschichten auf der Grundlage von ITO (Indiumzinnoxid) wurden mikromorphe Tandemsolarzellen mit fast 10 % stabilisiertem Wirkungsgrad hergestellt. Diese Resultate sind auch für die Zusammenarbeit mit dem Schweizer Projektpartner VHF-Technologies relevant.

Als weitere Stossrichtung der Solarzellenforschung am PV-Lab kommt das bekannte Konzept eines Hetero-

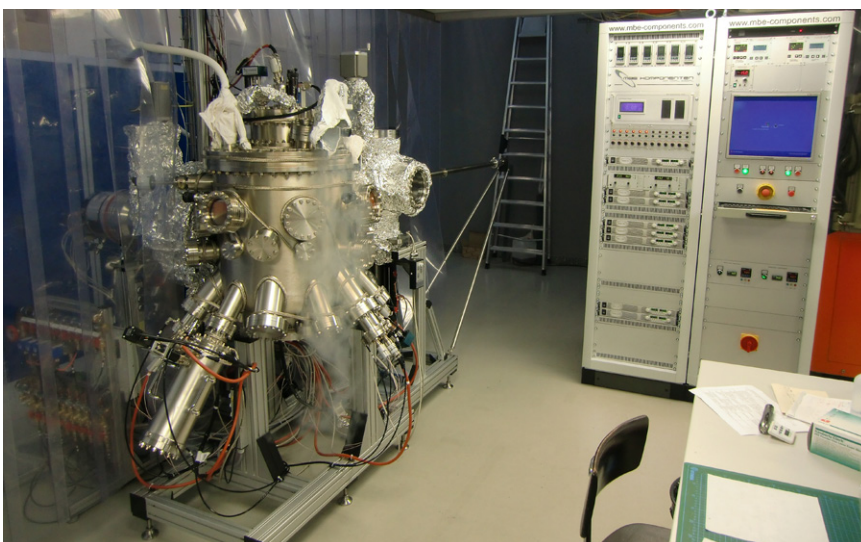
übergangs zwischen verschiedenen Schichten aus kristallinem und amorphem bzw. mikrokristallinem Silizium zur Anwendung (HIT-Zelle). Mit diesem Ansatz lassen sich hoch effiziente Solarzellen herstellen. Zusammen mit dem Forschungspartner Roth & Rau wurde im Berichtsjahr in einer industriekompatiblen Anlage auf texturierten Wafern ein Wirkungsgrad von 20,7 % realisiert.

Die aufgeführten Beispiele zeigen deutlich auf, dass die Schweizer Forschung auf dem Gebiet der Dünnschicht-Siliziumsolarzellen international führende Ansätze verfolgt und entsprechende Ergebnisse erzielt. Aufgrund der bisher erreichten Position nimmt die Zusammenarbeit des PV-Lab mit weiteren Industriepartnern laufend zu und es kann eine Häufung von Photovoltaikunternehmen in der Westschweiz beobachtet werden.

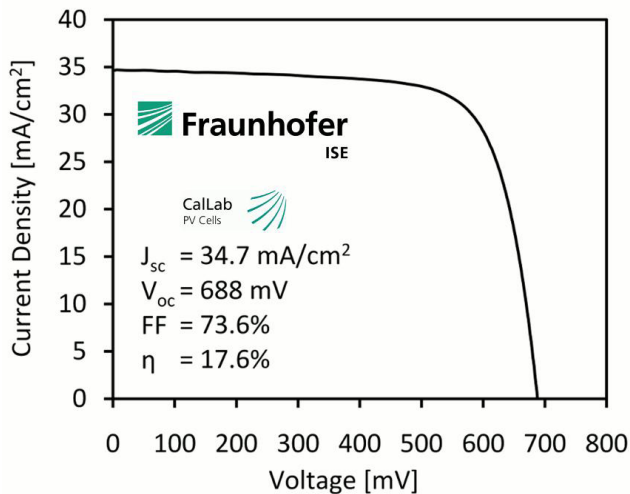
Verbindungshalbleiter Solarzellen – Rekord Wirkungsgrade

Die wichtigsten Vertreter der Verbindungshalbleiter-Solarzellen sind CIGS und CdTe. Die letztgenannte Technologie hat sich in den vergangenen Jahren als weltweit führende Dünnschichttechnologie etabliert mit einer Produktion im GW-Massstab (First Solar) und als Referenzwert für die Wettbewerbsfähigkeit von Dünnschicht-Solarzellen. CIGS-Solarzellen werden erst in kleinerem Umfang produziert, bergen aber ein grosses Effizienzpotenzial. Nebst diesen Hauptvertretern der Verbindungshalbleiter-Solarzellen werden weltweit weitere Materialvarianten erforscht.

Mit dem Umzug von der ETHZ an die Empa hat sich das Labor für Dünne Schichten und Photovoltaik als leistungsfähige Forschungseinheit etabliert. Im Berichtsjahr wurde die Laborinfrastruktur deutlich ausgebaut, um den Anforderungen angewandter Fragestellungen besser gerecht werden zu können. Das Labor arbeitet im Rahmen von BFE-, EU-, KTI- und weiteren Projekten an unterschiedlichen Fragestellungen zu CIGS-Solarzellen. Dabei interessieren auch bei dieser Technologie die Materialeigenschaften und Depositionsprozesse (sowohl unter Vakuum als auch bei Atmosphärendruck), die notwendigen Pufferschichten und die Substratwahl. Von speziellem Interesse



Figur 3: Neue Molekularstrahlepitaxie-Anlage zur Abscheidung von CIGS-Absorberschichten. Es können CIGS-Schichten in mehrstufigen Prozessen auf Substraten bis $10 \times 10 \text{ cm}^2$ deponiert werden (Bild Empa).



Figur 4: Strom-/Spannungskennlinie und photovoltaische Parameter der CIGS-Solarzelle auf Polyimid mit dem Rekordwirkungsgrad von 17,6 %, unabhängig gemessen durch das Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE) in Freiburg, Deutschland (Figur Empa).



Figur 5: Zwei der drei am PV-Modultestzentrum des ISAAC in Lamone installierte Klimakammern für Klimatests von Solarmodulen. Die Abwärme der Klimakammern wird im Gebäude energetisch genutzt (Bild ISAAC).

sind flexible Solarzellen auf Kunststoffsubstraten. Hier erfolgt eine intensive Zusammenarbeit mit dem Spin-off-Unternehmen FLISOM.

So werden im BFE-Projekt FEBULAS mit dem Ziel Cd-freier Solarzellen die Möglichkeiten von und die Solarzeleigenschaften mit alternativen Pufferschichten zu CdS untersucht. Mit einer Pufferschicht auf der Grundlage von In_2S_3 wurde ein Wirkungsgrad von 12,6 % erreicht. Demgegenüber wurde als Bestandteil des EU-Projektes HIPO-CIGS mit CdS ein neuer Rekordwirkungsgrad für flexible Solarzellen von 17,6 % (Solarzelle) und 12,1 % (Kleinmodul) erzielt. Damit konnte gezeigt werden, dass auch für flexible Solarzellen hohe Wirkungsgrade möglich sind.

Als kostentreibender Faktor gelten die bei CIGS Solarzellen notwendigen Ausgangsmaterialien und deren Depositionsprozesse (z. B. Verdampfen, Molekularstrahlepitaxie MBE). Im BFE-Projekt IMPUCIS wird in Zusammenarbeit mit dem belgischen Industriepartner Umicore der Einfluss von unterschiedlichen Materialeinheiten untersucht. Im Berichtsjahr wurde eine neue leistungsfähige Molekularstrahlepitaxie-Anlage aufgebaut. Es konnte gezeigt werden, dass auch mit Ausgangsmaterialien geringerer Reinheit auf Glas CIGS-Wirkungsgrade von 16 % erreicht werden können, was in der Grössenordnung von CIGS-Solarzellen mit reinerem Ausgangsmaterial liegt.

Als Alternative zu den aufwändigen Verfahren zur Herstellung von CIGS Solarzellen mittels Hochvakuumprozessen werden die Möglichkeiten von vakuumfreien Prozessen untersucht. Grundlegende Arbeiten zu diesem Ansatz erfolgten in früheren KTI- und BFE-Projekten und werden derzeit im EU-Projekt NOVA-CI(G)S weiterverfolgt. Dies ist ein weiteres Beispiel dafür, wie Forschungsarbeiten mit Unterstützung des BFE zu grösseren Folgeprojekten im internationalen Umfeld führen können. Die ersten Projektergebnisse betreffen die reproduzierbare Deposition und Aktivierung der einzelnen Schichten.

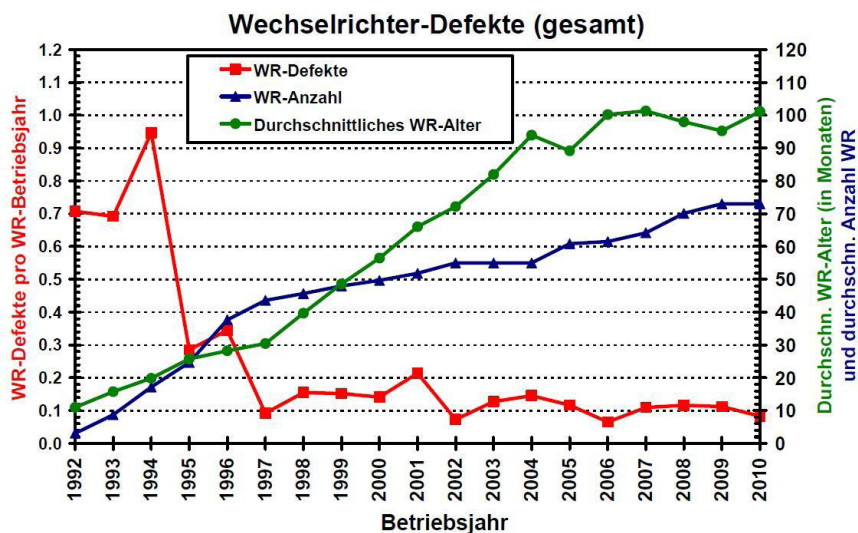
Weitere Projekte befassen sich mit der Kontaktierung von Dünnschicht-Solarzellen sowie mit CdTe-Solarzellen. Insgesamt zeigen die aufgeführten Projekte und Ergebnisse, dass das Labor für Dünne Schichten und Photovoltaik an der Empa auf seinem Gebiet zu den führenden Forschungsgruppen in Europa zählt. Dies ist nebst dem wissenschaftlichen Erfolg auch wichtig in Bezug auf die weitere industrielle Entwicklung der Verbindungshalbleiter-Solarzellen. Während CdTe-Solarzellen bereits im grossen Massstab hergestellt werden, steht die industrielle Entfaltung der CIGS-Solarzellen erst am Anfang. Aufgrund der bei dieser Technologie möglichen hohen Wirkungsgrade kann dies für die Zukunft ebenfalls eine viel versprechende Option werden.

Qualitätssicherung von Solarmodulen und Wechselrichtern

Möglichst gute Eigenschaften von Solarzellen und -modulen, insbesondere was den Wirkungsgrad anbetrifft, sind ein wichtiges Ziel der gesamten Photovoltaikforschung. Erst das vollständige System und dessen über viele Jahre zuverlässiger Betrieb entscheiden aber letztlich darüber, ob eine Technologie insgesamt als erfolgreich eingestuft werden kann. Deshalb kommt der Qualitätssicherung in der Produktion der Komponenten und beim Betrieb der Anlagen eine Schlüsselrolle zu, die zuweilen zu Unrecht etwas vergessen geht. In der Schweiz hat die Qualitätssicherung seit vielen Jahren ihren festen Stellenwert in der Forschungslandschaft, mit dem Ziel, gute Voraussetzungen für die Zuverlässigkeit und Lebensdauer der Komponenten und Anlagen zu schaffen.

Die Prüfung von Solarmodulen und deren Verhalten bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen ist die Kernkompetenz des ISAAC an der SUPSI. Komplementär dazu wird an der Fachhochschule in Burgdorf das Verhalten von Wechselrichtern und Systemen untersucht. Beide Institute betreiben Prüflabors, in welchen Solarmodule oder Wechselrichter gemäss gängigen Normen geprüft werden können.

Das ISAAC betreibt seit vielen Jahren an kommerziell verfügbaren So-



Figur 6: Wechselrichterdefekte pro Wechselrichter-Betriebsjahr und durchschnittliche Anzahl von der Berner Fachhochschule in Burgdorf überwachter Wechselrichter in den Jahren 1992–2010 (Figur BFH).

larmodulen Messungen unter realen Betriebsbedingungen. Das Verhalten der Solarmodule wird jeweils über längere Zeit verfolgt. Im Jahr 2001 erfolgte eine erste Akkreditierung gemäss ISO 17025 für STC-Messungen der Strom-/Spannungskennlinien von kristallinen Solarmodulen. Später kam die Bestimmung des Temperaturkoeffizienten dazu. Seit 2009 wurde die Laborinfrastruktur aufgrund der wachsenden Nachfrage für zertifizierte Modulmessungen bedeutend erweitert und im Berichtsjahr 2010 konnte das neue Modultestzentrum eingeweiht werden. Dieses Prüflabor ist akkreditiert, um 25 verschiedene Tests gemäss den IEC Normen IEC 12615, IEC 61646 und IEC 61730 durchzuführen. Diese Akkreditierung gilt sowohl für kristalline Solarmodule als auch für Dünnschicht-Module mit einem Übergang (single-junction).

Nebst den Anlagen für die standardisierten Messungen gemäss IEC-Normen betreibt das ISAAC verschiedene weitere Messapparaturen, insbesondere in Hinsicht auf die Bestimmung des Energieertrags von Solarmodulen (energy rating). Diese Messungen erfolgen mit verschiedenen Strahlungssimulatoren. Zur Bestimmung der spektralen Strahlung sind spektral aufgelöste Messungen notwendig, was am ISAAC mittels drei verschiedenen Spektroradiometern geschieht. Mit einem speziellen Messaufbau kann weiter die Gleichmässigkeit der Einstrahlung in der Fläche gemessen werden.

Im Berichtsjahr wurde der 11. Messzyklus an 15 verschiedenen Solarmodulen abgeschlossen. Dabei wurden 13 verschiedene Modultypen aus mono- und multikristallinem Silizium, amorphem und mikromorphem Silizium sowie CIS und CIGS untersucht und verglichen. Die kristallinen Module zeigen bezüglich dem Energieertrag in kWh/W_p im Allgemeinen enge Toleranzen auf. Dagegen zeigen Dünnschicht-Module eine grössere Verteilung der Resultate. Diese Schwierigkeit, Dünnschicht-Solarmodule reproduzierbar zu messen ist aus früheren Projekten bekannt, kann aber zum Teil auch durch Effekte aus der Produktion hervorgerufen sein. Im Sommer 2010 wurde ein weiterer Messzyklus mit Schwerpunkt auf Dünnschicht-Solarmodulen begonnen.

Der Aufbau und die Akkreditierung des neuen Modultestzentrums konnte im engen Zeitrahmen von rund acht Monaten abgeschlossen werden. Seither wurden im ersten Betriebsjahr 32 zertifizierte Messungen durchgeführt. Pro Jahr sollten in Zukunft 40 Zertifizierungen durchgeführt werden können. Da das Prüfczentrum nicht nur einen Dienstleistungsbetrieb anstrebt, sind bis zu 20 % der Kapazität für Forschungszwecke reserviert.

Das Photovoltaik-Labor an der Fachhochschule in Burgdorf führt unter Benutzung der selbst gebauten PV-Simulatoren Tests an Wechselrichtern bis 100 kW gemäss prEN50530 durch. Im Berichtsjahr wurde ein Resonanzkreis entwickelt, welcher bei grösseren

Wechselrichtern bis 100 kW neu Inselbetriebstests nach VDE 126-1-1 und IEC 62116 ermöglicht.

Aufgrund von Langzeitmessungen an 73 Photovoltaik-Anlagen, welche teilweise bis auf das Jahr 1992 zurückgehen, konnten die Langzeit-Erfahrungen mit diesen Anlagen fortgesetzt werden. Dabei konnte die Wechselrichter-Ausfallstatistik um ein weiteres Jahr verlängert und stetige Verbesserungen mit den neueren Modellen festgestellt werden. Es hat sich ein Wert von 0,1 Wechselrichterdefekten pro Betriebsjahr eingependelt.

Im Sommer 2010 erschienen vermehrt Berichte über die mögliche Gefährdung der Feuerwehr durch Photovoltaik-Anlagen bei Brandfällen. Es wurde gar behauptet, dass bei solchen Anlagen bereits durch nächtliches Restlicht (z. B. bei Vollmond) lebensgefährliche Spannungen auftraten. Dies ist übertrieben und basiert auf mangelnder Kenntnis der Eigenschaften von Photovoltaik-Anlagen und der Gefährdung des Menschen durch die darin auftretenden Gleichströme. Durch Markierung der Gebäude mit Photovoltaik-Anlagen und Ausbildung der Feuerwehrkader sollte im Brandfall vor Ort eine sinnvolle Beurteilung der Gefahr möglich sein, so dass ein Rettungs- und Löscheinsatz durchführbar ist. Aufgrund dieser Ausgangslage wurde das Problem näher untersucht und erste Messungen durchgeführt. Insbesondere wurden unter Mitwirkung der Feuerwehr Burgdorf nächtliche Kennlinienmessungen an Teilgeneratoren von 5 kW und 21 kW der PV-Testanlage in Burgdorf durchgeführt.

Die hier beschriebenen Erfahrungen in Bezug auf die Messung relevanter Parameter von Solarmodulen, Wechselrichtern und ganzer Photovoltaik-Anlagen belegen die hohen und praxisnahen Kompetenzen, welche an den Forschungslabors der Fachhochschulen vorhanden sind und dadurch einen sicheren, zuverlässigen und langlebigen Betrieb von Photovoltaik-Anlagen begünstigen. Ausserdem tragen diese Fachhochschulen eine wichtige Verantwortung in der Ausbildung von Fachleuten.

Nationale Zusammenarbeit

Im Berichtsjahr wurde die vielfältige nationale Zusammenarbeit in verschiedenen, zum Teil übergreifenden Projekten weiter gepflegt. Damit findet innerhalb der Schweizer Photovoltaik-Gemeinschaft aus Forschung, Industrie und Anwendung ein reger Austausch statt. Die Zusammenarbeit mit Industrieunternehmen konnte deutlich intensiviert werden, sowohl in neuen Projekten mit der KTI als auch in der Form von direkten Mandaten der Industrie an ausgewählte Forschungsinstitute. Auf Programmebene wurde die Zusammenarbeit mit vielen Stellen des Bundes, der Kantone und der Elektrizitätswirtschaft weiter gepflegt.

Im Februar 2010 fand in Winterthur die 8. Nationale Photovoltaik-Tagung [5] statt, welcher der bisher grösste Erfolg beschieden war: Mehr als 450 Teilnehmer belegen das wachsende Interesse breiter Kreise an der Photovoltaik. Die Tagung folgte dem bewährten Ansatz einer Mischung aus marktrelevanten Informationen, technologischen Fortschritten und Ausblicken in die Zukunft. Von besonderem Interesse waren die ersten Erfahrungen mit

der kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV). Die begleitende Ausstellung umfasste wissenschaftliche Poster, industrielle Produkte und Dienstleistungen.

Im Juni 2010 fand unter dem Schirm des IEA PVPS Programms in Montreux die 5. Photovoltaic Executive Conference [6] statt, welche primär den Photovoltaikaspekten aus Sicht der Elektrizitätswirtschaft gewidmet war. An der überschaubaren Konferenz mit Teilnahme ausschliesslich auf Einladung nahmen ca. 80 Experten und Entscheidungsträger aus der ganzen Welt teil und tauschten Erfahrungen und Ansichten aus. Das Echo der Teilnehmer nach dieser Konferenz war sehr positiv.

Im November fand zudem noch der 2. Swiss Photovoltaic Summit [7] statt, welcher ganz im Zeichen des neu lancierten Masterplans Cleantech stand. Dieser wichtige Anlass führte die Entscheidungsträger aus Politik, Behörden, Photovoltaik Forschung und Industrie zusammen. Als konkretes Ergebnis erfolgte der Auftrag eines Masterplans Photovoltaik 2020, welcher bis Mitte 2011 ausgearbeitet werden soll.

Internationale Zusammenarbeit

Die institutionelle Zusammenarbeit innerhalb der IEA, der IEC und den Europäischen Netzwerkprojekten wurde im Berichtsjahr kontinuierlich fortgesetzt. Auf der Projektebene konnte die Zusammenarbeit innerhalb der EU in bestehenden und neuen Projekten sehr erfolgreich fortgesetzt werden. Im Jahr 2010 waren es rund 25 Projekte im 7. Rahmenforschungsprogramm der EU.

Die Beteiligung am Photovoltaikprogramm der IEA (IEA PVPS) wurde im Berichtsjahr fortgesetzt, sowohl auf der Projektebene als auch im Executive Committee (ExCo).

Die Firma Nova Energie vertritt die Schweiz in Task 1 des Implementing Agreements (IA) PVPS der IEA, welcher allgemeine Informationsaktivitäten zur Aufgabe hat. Im Berichtsjahr wurde ein weiterer nationaler Bericht über die Photovoltaik in der Schweiz bis 2009 [8] ausgearbeitet. Auf dieser Grundlage wurde die 15. Ausgabe des jährlichen internationalen Berichtes (Trends Report) über die Marktentwicklung der Photovoltaik in den IEA-Ländern erstellt [9].

Im Rahmen der interdepartementalen (SECO, DEZA, BAFU, BFE) Plattform REPIC zur Förderung der erneuerbaren Energien und der Energieeffizienz in der internationalen Zusammenarbeit [10] leistet das Ingenieurbüro Entec den Schweizer Beitrag zum IA PVPS Task 9 über die Photovoltaik-Entwicklungszusammenarbeit. Dieses Projekt befasst sich mit der nachhaltigen Verbreitung der Photovoltaik in Entwicklungsländern und thematisiert auch Aspekte der solaren Wasserversorgung.

ESU Services vertritt die Schweiz im IA PVPS Task 12 zu Umwelt-, Sicherheits- und Gesundheitsaspekten der Photovoltaik. In diesem Projekt sollen industriell möglichst aktuelle, relevante und international abgeglichene Informationen zu diesem bedeutenden Thema aufgearbeitet und publiziert werden.

Im Berichtsjahr haben zwei neue Tasks im IA PVPS ihre Arbeiten aufgenommen: Task 13 zu Performance und Zuverlässigkeit von Photovoltaik-Anlagen sowie Task 14 zur hohen Penetration von PV Anlagen in elektrischen Netzen.

Das Unternehmen Meteotest und die Groupe Energie an der Universität Genf erbringen zusammen den Schweizer Beitrag zum Task 36 Solar resource knowledge management. Task 36 ist Bestandteil des IA Solare Wärme und Kälte (SHC) der IEA, inhaltlich ist es jedoch für alle Solartechnologien relevant. Dementsprechend erfolgt eine Zusammenarbeit mit den weiteren IA zur Solarenergie (IA PVPS und IA SolarPACES). In diesem Projekt wird die Qualität verschiedener Strahlungsmodelle und daraus abgeleiteter Produkte verglichen und optimiert.

Ähnlich erfolgt im Task 41 Solar Energy and Architecture des IA SHC eine Mitwirkung der Schweiz durch die HSLU (CCTP) und das ISAAC an der SUPSI. Auch hier finden Photovoltaik-relevante Aktivitäten statt.

Swissolar vertritt die Schweiz im TC 82 der IEC zu Photovoltaik Normen.

Die Beteiligung am EU-Projekt PV-ERA-Net, welches Programmkoordinationsstellen und verantwortliche Ministerien unter dem ERA-Net-Schema zusammengeführt hatte, wurde im Berichtsjahr von den beteiligten Ländern als selbst getragenes Netzwerk weiterverfolgt [11]. Das entsprechende Sekretariat ist in der Schweiz angesiedelt.

Die Schweiz ist in der Europäischen Photovoltaik-Technologie-Plattform sowohl im Steuerungsausschuss wie

in der Mirror Group vertreten [12]. Im Rahmen des von der Europäischen Kommission vorgeschlagenen Strategic Energy Technology Plan (SET Plan) wurde die Solar Europe Industry Initiative lanciert. Die Arbeiten im Rahmen dieser Initiative müssen noch konkretere Formen annehmen.

Referenzen

[1] IEA Technology Roadmap Solar photovoltaic energy, OECD/IEA, (www.iea.org/papers/2010/pv_roadmap.pdf) (2010).

[2] Konzept der Energieforschung des Bundes 2008 bis 2011, CORE/BFE (2007).

[3] Energieforschungsprogramm Photovoltaik für die Jahre 2008–2011, BFE (2008).

[4] Projektliste der Energieforschung des Bundes 2008–2009, BFE (2011).

[5] 8. Nationale Photovoltaiktagung, Winterthur, 4./5. Februar 2010, Unterlagen zu beziehen bei der Programmleitung Photovoltaik BFE, c/o NET Nowak Energie & Technologie AG, Waldweg 8, 1717 St. Ursen (info@photovoltaic.ch).

[6] 5th IEA PVPS Executive Conference The Solar Power Utility, Montreux, 7./8. Juni 2010, Unterlagen zu beziehen bei der Programmleitung Photovoltaik BFE, c/o NET Nowak Energie & Technologie AG, Waldweg 8, 1717 St. Ursen (info@photovoltaic.ch).

[7] 2. Swiss PV Summit, Biel, 15. November 2010, Unterlagen zu beziehen bei der Programmleitung Photovoltaik BFE, c/o NET Nowak Energie & Technologie AG, Waldweg 8, 1717 St. Ursen (info@photovoltaic.ch).

[8] National Survey Report of PV Power Applications in Switzerland 2009, BFE (2010).

[9] Trends in Photovoltaic Applications, Survey Report of selected IEA countries between 1992 and 2009, IEA PVPS (2010).

[10] Interdepartementale Plattform zur Förderung der erneuerbaren Energien und der Energieeffizienz in der internationalen Zusammenarbeit, REPIC (www.repic.ch).

[11] The Photovoltaic European Research Area Network, PV-ERA-Net (www.pv-era.net).

[12] European Photovoltaic Technology Platform (www.eupvplatform.org).

Laufende und im Berichtsjahr abgeschlossene Projekte

(* IEA-Klassifikation)

- NEW PROCESSES AND DEVICE STRUCTURES FOR THE FABRICATION OF HIGH EFFICIENCY THIN FILM SILICON PHOTOVOLTAIC MODULES**

Lead: EPFL STI IMT-NE PV-LAB

Contact: Ballif Christophe christophe.ballif@epfl.ch

Abstract: New processes and device structures for the fabrication of high efficiency thin film silicon photovoltaic modules. Focus is on layers with new or better properties, on improved processes, on improved devices and on enhanced cells and modules reliability.

R+D (1a) 3.1.2*

Funding: BFE	
Period: 2007–2011	
- A NEW LOW ION ENERGY BOMBARDMENT PECVD REACTOR FOR THE DEPOSITION OF THIN FILM SILICON FOR SOLAR CELL APPLICATIONS.**

Lead: EPFL CRPP

Contact: Hollenstein Christoph christophe.hollenstein@epfl.ch

Abstract: A novel electrode configuration is proposed for improved plasma-enhanced chemical vapour deposition of films such as amorphous silicon and micro-crystalline silicon.

R+D (1a) 3.1.2

Funding: KTI	
Period: 2009–2012	
- FLEXIBLE PRODUCTION TECHNOLOGIES AND EQUIPMENT BASED ON ATMOSPHERIC PRESSURE PLASMA PROCESSING FOR 3D NANO STRUCTURED SURFACES (N2P)**

Lead: EPFL STI IMT-NE PV-LAB

Contact: Ballif Christophe christophe.ballif@epfl.ch

Abstract: The overall objective of the project "N2P" (Nano to Production) is to develop and substantially enhance the position of Europe in the science, application and production technologies of surface 3D nano-structuring.

R+D (1a) 3.1.2

Funding: SBF/EU	
Period: 2008–2012	
- IMPROVED MATERIAL QUALITY AND LIGHT TRAPPING IN THIN FILM SILICON SOLAR CELLS (SILOCON_LIGHT)**

Lead: EPFL STI IMT-NE PV-LAB

Contact: Ballif Christophe christophe.ballif@epfl.ch

Abstract: The project Si-Light is devoted to the investigation of n-i-p solar cells on flexible substrates with focus on material quality, interface properties, and light management.

R+D (1a) 3.1.2

Funding: SBF/EU	
Period: 2010–2012	
- INTERFACE TEXTURING FOR LIGHT TRAPPING IN SOLAR CELLS**

Lead: EPFL STI IMT-NE PV-LAB

Contact: Ballif Christophe christophe.ballif@epfl.ch

Abstract: The project is devoted to a fundamental understanding of the light trapping process in solar cells.

R+D (1a) 3.1.2

Funding: SNF	
Period: 2009–2011	
- HIGH-EF: LARGE GRAINED, LOW STRESS MULTI-CRYSTALLINE SILICON THIN FILM SOLAR CELLS ON GLASS**

Lead: EMPA Thun

Contact: Michler Johann johann.michler@empa.ch

Abstract: The objective of the HIGH-EF project is to provide the silicon thin film photovoltaic (PV) industry with a process allowing high solar cell efficiencies (>10%) by large grains in the material at competitive production costs.

R+D (1a) 3.1.2

Funding: SBF/EU	
Period: 2008–2010	
- ZWEIDIMENSIONALE NANOSTRUKTUREN FÜR SILIZIUM-SOLARZELLEN**

Lead: PSI Paul Scherrer Institut

Contact: Gobrecht Jens jens.gobrecht@psi.ch

Abstract: The main goal of the project is the development of efficient numerical methods to solve the Maxwell equations in order to calculate the optical properties of two-dimensional periodic grating structures rigorously. The structures shall be optimized for broad-band absorption of both polarizations in thin films. This optimization should take into account the experimental requirements and limitations. Prototype structures will be fabricated with e-beam lithography by the Laboratory for Micro- and Nanotechnology at PSI.

R+D (1a) 3.1.2

Funding: BFE	
Period: 2008–2012	

● **ALL-INORGANIC NANO-ROD BASED THIN-FILM SOLARCELLS ON GLASS (ROD-SOL)** R+D (1a) 3.1.2

Lead:	EMPA Thun	Funding:	SBF/EU
Contact:	Michler Johann johann.michler@empa.ch	Period:	2009–2011
Abstract:	The ROD-SOL project aims at the synthesis of Si nano-rods, densely packed at sufficiently large diameters (few 100 nm's) and lengths (>1 µm) directly on cheap substrates like glass or flexible metal foils.		

● **HIGH EFFICIENCY THIN-FILM PASSIVATED SILICON SOLAR CELLS AND MODULES – THIFIC: THIN FILM ON CRYSTALLINE SI** R+D (1b) 3.1.2

Lead:	EPFL STI IMT-NE PV-LAB	Funding:	Elektrizitätswerk
Contact:	Ballif Christophe christophe.ballif@epfl.ch	Period:	2007–2011
Abstract:	The THIFIC project aims at developing a new kind of ultra-high efficiency (20-22%) solar cells by depositing very thin silicon layers of amorphous and/or microcrystalline silicon on top of silicon wafers.		

● **ULTRA-HIGH CONDUCTIVITY METALLIZATION PASTES FOR HETEROJUNCTION SOLAR CELLS (TCOC)** R+D (1b) 3.1.2

Lead:	EPFL STI IMT-NE PV-LAB	Funding:	KTI
Contact:	Ballif Christophe christophe.ballif@epfl.ch	Period:	2009–2011
Abstract:	The TCOC project aims at developing nano-enabled low temperature curable silver pastes exhibiting very low resistivity compatible with high efficiency heterojunction solar cells (HJC).		

● **ELECTROPLATED FRONT GRID FOR CRYSTALLINE SI HETERO JUNCTION SOLAR CELL** R+D (1b) 3.1.2

Lead:	EPFL STI IMT-NE PV-LAB	Funding:	KTI
Contact:	Gutsche Martin christophe.ballif@epfl.ch	Period:	2010–2012
Abstract:	A new electroplating process for the fabrication of the front grid of hetero junction based silicon solar cells will be developed, characterized, and finally transferred to the industrial partner. The challenge is to deposit the front grid metallization directly on a transparent conductive ITO layer with excellent adhesion, specified electrical performance, and good long-term reliability.		

● **20 PERCENT EFFICIENCY ON LESS THAN 100 µM THICK INDUSTRIALLY FEASIBLE C-SI SOLAR CELLS** R+D (1b) 3.1.2

Lead:	EPFL STI IMT-NE PV-LAB	Funding:	SBF/EU
Contact:	Ballif Christophe christophe.ballif@epfl.ch	Period:	2010–2013
Abstract:	The guiding principle of the 20PLµS project is to develop new and innovative process steps for wafer fabrication and solar cell and module manufacturing, taking into consideration the transfer of the processes to a pilot production line.		

● **HETSI - HETEROJUNCTION SOLAR CELLS BASED ON A-SI C-SI** R+D (1b) 3.1.2

Lead:	EPFL STI IMT-NE PV-LAB	Funding:	SBF/EU
Contact:	Ballif Christophe christophe.ballif@epfl.ch	Period:	2008–2011
Abstract:	Hetsi (Heterojunction solar cells based on a-Si:H/c-Si) is a project sponsored by the European Com-mision. Its short term target is to demonstrate in Europe the industrial feasibility of heterojunction solar cells, by depositing very thin film silicon layers (typically 5-10 nanometers of amorphous and/or microcrystalline silicon) on top of silicon wafers.		

● **FEBULAS** R+D (1c) 3.1.2

Lead:	EMPA Dübendorf	Funding:	BFE
Contact:	Tiwari Ayodhya N. ayodhya.tiwari@empa.ch	Period:	2009–2011
Abstract:	FEBULAS - Flexible CIGS Solar Cells and Mini-Modules on polymer without - or with alternative buffer layer. Focus is on Cd-free buffer layers.		

● **IMPUCIS**

R+D (1c) 3.1.2

Lead:	EMPA Dübendorf	Funding:	BFE
Contact:	Tiwari Ayodhya N. ayodhya.tiwari@empa.ch	Period:	2009–2012
Abstract:	Influence of impurities on the performance of CIGS thin film solar cells. Focus is on achieving good performance CIGS solar cells with reduced material quality.		

● **NEW CONCEPTS FOR HIGH EFFICIENCY AND LOW COST IN-LINE MANUFACTURED FLEXIBLE CIGS SOLAR CELLS (HIPOCIGS)**

R+D (1c) 3.1.2

Lead:	EMPA Dübendorf	Funding:	SBF/EU
Contact:	Tiwari Ayodhya N. ayodhya.tiwari@empa.ch	Period:	2010–2012
Abstract:	The HIPO-CIGS project aims at the development of cost efficient flexible solar cells and modules based on the compound semiconductor CIGS.		

● **NON-VACUUM PROCESSES FOR DEPOSITION OF CI(G)S ACTIVE LAYER IN PV CELLS (NOVA-CI(G)S)**

R+D (1c) 3.1.2

Lead:	EMPA Dübendorf	Funding:	SBF/EU
Contact:	Tiwari Ayodhya N. ayodhya.tiwari@empa.ch	Period:	2010–2013
Abstract:	NOVA-CI(G)S proposes alternative, non-vacuum deposition processes for thin film CI(G)S photovoltaic cells. The low capital intensive, high throughput, high material yield processes are expected to deliver large area uniformity and optimum composition of cells.		

● **MULTIFUNCTIONAL BACK ELECTRICAL CONTACT FOR FLEXIBLE THIN FILM SOLAR CELLS**

R+D (1c) 3.1.2

Lead:	EMPA Dübendorf	Funding:	KTI
Contact:	Tiwari Ayodhya Nath ayodhya.tiwari@empa.ch	Period:	2009–2011
Abstract:	The project will demonstrate development of next generation of high efficiency CIGS flexible thin film solar cells and monolithically interconnected modules based on 'alternative multilayer electrical back contact' that provides multi-functionality and overcomes the problems of conventionally used electrical back contact.		

● **APOLLO - EFFICIENT AREAL ORGANIC SOLAR CELLS VIA PRINTING**

R+D (1d) 3.1.2

Lead:	ZHAW ICP	Funding:	BFE
Contact:	Ruhstaller Beat beat.ruhstaller@zhaw.ch	Period:	2008–2011
Abstract:	This project aims to combine plastic electronics expertise in Europe for realizing organic solar cells for empowering printed electronics applications.		

● **HIOS-CELL**

R+D (1d) 3.1.2

Lead:	EMPA Dübendorf	Funding:	BFE
Contact:	Heier Jakob jakob.heier@empa.ch	Period:	2009–2011
Abstract:	The project explores nanoscale structuring of heterojunction ionic organic solar cells by liquid-liquid dewetting.		

● **TRANSPARENT FABRIC ELECTRODES FOR ORGANIC PHOTOVOLTAICS (FABRI-PV)**

R+D (1d) 3.1.2

Lead:	EMPA Dübendorf	Funding:	KTI
Contact:	Nüesch Frank frank.nuesch@empa.ch	Period:	2009–2011
Abstract:	Solar cells require at least one transparent electrode which are commonly made of transparent conducting metal-oxide films (TCOs) since they ally excellent conductivity and high optical transmission in the visible domain. The project explores transparent fabric electrodes for organic photovoltaics (FABRI-PV).		

- **EFFICIENT SOLAR CELLS BASED ON ORGANIC AND HYBRID TECHNOLOGY (ESCORT)** R+D (1d) 3.1.2
- | | | | |
|----------|--|----------|-----------|
| Lead: | EPFL ISIC-LPI | Funding: | SBF/EU |
| Contact: | Graetzel Michael
michael.graetzel@epfl.ch | Period: | 2010–2013 |
- Abstract: The project's objectives are to exploit the joint leadership of the top European and Indian academic and industrial Institutions to foster the wide-spread uptake of Dye-Sensitized Solar Cells technology, by improving over the current state of the art by innovative materials and processes.
- **ALL-CARBON PLATFORMS FOR HIGHLY EFFICIENT MOLECULAR WIRE-COUPLED DYE-SENSITIZED SOLAR CELLS (MOLESOL)** R+D (1d) 3.1.2
- | | | | |
|----------|--|----------|-----------|
| Lead: | EPFL ISIC-LPI | Funding: | SBF/EU |
| Contact: | Graetzel Michael
michael.graetzel@epfl.ch | Period: | 2010–2013 |
- Abstract: The proposed project comes with a visionary approach, aiming at development of highly efficient molecular-wire charge transfer platform to be used in a novel generation thin film dye-sensitized solar cells fabricated via organic chemistry routes. The proposed technology combines the assembled dye monolayer's, linked with organic molecular wires to semiconducting thin film deposited on optically transparent substrates.
- **NEUARTIGE SENSIBILISATOREN FÜR FARBSTOFFSOLARZELLEN: SQUARAIN- UND HEPTAME-THINFARBSTOFFE MIT EINER GROSSEN SPEKTRALEN VIELFALT OBERHALB 700 NM.** R+D (1d) 3.1.2
- | | | | |
|----------|--------------------------------------|----------|-----------|
| Lead: | EMPA Dübendorf | Funding: | KTI |
| Contact: | Nüesch Frank
frank.nuesch@empa.ch | Period: | 2009–2012 |
- Abstract: Was für die Pflanzen bzw. für die Photosynthese die komplexen Chlorophyllmoleküle sind, sind für Solarzellen heutzutage photosensitive anorganische und organische Materialien, die in gleicher Weise wie das Chlorophyll effizient Licht absorbieren und in Energie umwandeln können. Die Entwicklung solcher organischer Materialien für Farbstoffsolarzellen ist das Ziel des Projektes.
- **ORDERED INORGANIC-ORGANIC HYBRIDS USING IONIC LIQUIDS FOR EMERGING APPLICATIONS (ORION)** R+D (1d) 3.1.2
- | | | | |
|----------|--|----------|-----------|
| Lead: | Solaronix SA | Funding: | SBF/EU |
| Contact: | Meyer Toby
toby.meyer@solaronix.com | Period: | 2009–2013 |
- Abstract: The ORION project puts together a multidisciplinary consortium of leading European universities, research institutes and industries with the overall goal of developing new knowledge on the fabrication of inorganic-organic hybrid materials using ionic liquids.
- **EFFICIENT AND ROBUST DYE SENSITIZED SOLAR CELLS AND MODULES** R+D (1d) 3.1.2
- | | | | |
|----------|--|----------|-----------|
| Lead: | EPFL ISIC-LPI | Funding: | SBF/EU |
| Contact: | Thampi Ravindranathan
ravindranathan.thampi@epfl.ch | Period: | 2008–2011 |
- Abstract: ROBUST DSC aims to develop materials and manufacturing procedures for Dye Sensitized Solar Cells (DSC) with long lifetime and increased module efficiencies (7% target). The project intends to accelerate the exploitation of the DSC technology in the energy supply market. The approach focuses on the development of large area, robust, 7% efficient DSC modules using scalable, reproducible and commercially viable fabrication procedures.
- **MODELLIERUNG VON FARBSTOFFSOLARZELLEN MODSOL** R+D (1d) 3.1.2
- | | | | |
|----------|--|----------|-----------|
| Lead: | ZHAW ICP | Funding: | diverse |
| Contact: | Schmid Matthias
matthias.schmid@zhaw.ch | Period: | 2008–2010 |
- Abstract: The goal of the ModSol project project is to develop validated numerical models for dye sensitized solar cells (DSC).
- **EXTREMELY THIN ABSORBER SOLAR CELLS BASED ON ELECTRODEPOSITED ZNO NANOSTRUC-TURES** R+D (1e) 3.1.2
- | | | | |
|----------|--|----------|-----------|
| Lead: | EMPA Thun | Funding: | BFE |
| Contact: | Laetitia Philippe
laetitia.philippe@empa.ch | Period: | 2009–2011 |
- Abstract: The aim of the "ETA solar cells" project is to study separately the different materials used for the fabrication of this kind of photovoltaic device in order to improve the solar efficiency.

- **ENTWICKLUNG EFFIZIENTER LUMINESZENZKONZENTRATOREN BASIEREND AUF ANORGANISCH-ORGANISCHEN NANOMATERIALIEN ZUR SOLARENERGIEGEWINNUNG** R+D (1e) 3.1.2
- Lead: Universität Zürich, Institut für anorganische Chemie Funding: KTI
- Contact: Brühwiler Dominik bruehwi@aci.uzh.ch Period: 2008–2010
- Abstract: Ziel des Projekts ist die Entwicklung von neuen, effizienten Lumineszenzkonzentratoren. Durch den Einschluss der Lumineszenzzentren in Zeolithe werden Stabilitätsprobleme gelöst, sowie Verluste durch Selbstabsorption verringert. In Kombination mit stabilen Lumineszenzkonzentratoren können Silizium-Solarzellen, ohne Verlust an Leistung, verkleinert werden.
- **NANOMATERIALS FOR HARVESTING SUB-BAND-GAP PHOTONS VIA UPCONVERSION TO INCREASE SOLAR CELL EFFICIENCIES (NANOSPEC)** R+D (1e) 3.1.2
- Lead: Universität Bern, Dept. Chemie & Biologie Funding: SBF/EU
- Contact: Krämer Karl karl.kraemer@iac.unibe.ch Period: 2010–2013
- Abstract: Fundamental loss mechanisms limit the maximum achievable efficiency: around 20% of the incident power is lost, because photons with energies below the band-gap are transmitted. Upconversion of two low energy photons into one usable photon reduces these losses. In this project we will realize upconversion with the help of nanostructures and nanotechnology-based materials and show a significant improvement in solar cell efficiency.
- **INNOVATIVE MATERIALS FOR FUTURE GENERATION EXCITONIC SOLAR CELLS** R+D (1e) 3.1.2
- Lead: Solaronix SA Funding: SBF/EU
- Contact: Meyer Andreas andreas.meyer@solaronix.com Period: 2009–2012
- Abstract: The main objective is to leapfrog current limitations of third-generation PV devices through a drastic improvement of the materials used for assembling excitonic solar cells.
- **PLASMONS GENERATING NANOCOMPOSITE MATERIALS (PGNM) FOR 3RD GENERATION THIN FILM SOLAR CELLS (SOLAMON)** R+D (1e) 3.1.2
- Lead: Solaronix SA Funding: SBF/EU
- Contact: Meyer Toby toby.meyer@solaronix.com Period: 2009–2011
- Abstract: The objective of the SOLAMON project is to develop high potential Plasmon Generating Nanocomposite Materials (PGNM) which will pave the way to the generation III solar cells (high efficiency & low cost).
- **ADVANCED LASERS FOR PHOTOVOLTAIC INDUSTRIAL PROCESSING ENHANCEMENT (ALPINE)** R+D (1e) 3.1.2
- Lead: Oclaro (Switzerland) AG Funding: SBF/EU
- Contact: Schmid Manuel www.oclaro.com Period: 2009–2012
- Abstract: ALPINE aims to push forward the European research and development of fiber laser systems for the scribing of photovoltaic modules, joining together two exciting challenges: the fiber laser development for advanced industrial processing and the solar energy exploitation.
- **THINPV: COST EFFICIENT THIN FILM PHOTOVOLTAICS FOR FUTURE ELECTRICITY GENERATION** R+D (1e) 3.1.2
- Lead: EMPA Dübendorf Funding: diverse
- Contact: Nüesch Frank frank.nuesch@empa.ch Period: 2006–2009
- Abstract: THINPV: Cost efficient thin film photovoltaics for future electricity generation. This project brings the different Swiss PV research groups in thin film solar cells together and works on relevant crosscutting issues.
- **SMARTTILE: INNOVATIVE PHOTOVOLTAIK INDACHLÖSUNG** P+D (2a) 3.1.2
- Lead: 3S Swiss Solar Systems AG Funding: BFE
- Contact: Szacsavay Tamás tamas.szacsavay@3-s.ch Period: 2008–2010
- Abstract: Die zunehmende Industrialisierung der Fertigungsprozesse von Photovoltaik (PV) Modulen eröffnet neue Möglichkeiten für die Massenfertigung. Im Projekt SmartTile wird ein neues Solardachelement nach neusten Erkenntnissen entwickelt.

● **BUILDING INTEGRATED PHOTOVOLTAICS THERMAL ASPECTS**

R+D (2a) 3.1.2

Lead:	SUPSI ISAAC	Funding:	BFE
Contact:	Frontini Francesco francesco.frontini@supsi.ch	Period:	2009–2011
Abstract:	PV industries offering products that can be integrated as building materials represent so far a niche but promising market. The intentions of this project are to: Analyze building integrated PV products in order to define their electrical and thermal characteristics. Analyze the interaction between these materials and the building. Demonstrate what BiPV modules look like and how to integrate them into the building concept.		

● **UNIQUE AND INNOVATIVE SOLUTION OF THIN SILICON FILMS MODULES BUILDING INTEGRATION**

P+D (2a) 3.1.2

Lead:	EPFL STI IMT-NE PV-LAB	Funding:	BFE
Contact:	Ballif Christophe christophe.ballif@epfl.ch	Period:	2010–2013
Abstract:	This project aims to develop and test a new generation of photovoltaic building elements based on thin film silicon technology (single amorphous and tandem amorph/microcrystalline cells).		

● **LASERBEARBEITUNG VON SOLARPANELS**

R+D (2a) 3.1.2

Lead:	FHNW IPPE	Funding:	KTI
Contact:	Lüscher Beat beat.luescher@fhnw.ch	Period:	2010–2011
Abstract:	Ziel des Projektes ist die Verringerung der Herstellkosten und die Effizienzsteigerung von Dünnschichtsolarzellen mittels Einsatz neuester Laser-Technologie. Innovative Laserverfahren sollen in die industrielle Fertigung implementiert werden und konventionelle, zeitaufwändige Prozessschritte ersetzen.		

● **PROFILED PHOTOVOLTAIC MODULES**

R+D (2a) 3.1.2

Lead:	EPFL-STI-IMX-LTC	Funding:	KTI
Contact:	Leterrier Yves yves.leterrier@epfl.ch	Period:	2009–2012
Abstract:	The objective of this collaboration is to develop a materials system and process for profiled encapsulation of thin film silicon photovoltaic devices with improved efficiency for structured roofing elements.		

● **TEXTILE PHOTOVOLTAIK: INTEGRATION VON MINIATURISIERTEN SOLARMODULEN AUF TEXTILE FLÄCHEN MITTELS STICKEREITECHNIK**

R+D (2a) 3.1.2

Lead:	NTB	Funding:	KTI
Contact:	Gutsche Martin martin.gutsche@ntb.ch	Period:	2010–2012
Abstract:	Im Projekt Textile Photovoltaik werden durch die Kombination von bestehenden Techniken miniaturisierte Solarmodule hergestellt und mittels Sticktechnik zu einem neuen Gewebeverbund verarbeitet. Die erarbeiteten Techniken erlauben es zum ersten Mal, voll-flexible Flächengebilde mit photovoltaischer Funktion zu erzeugen.		

● **LARGE AREA SOLAR SIMULATOR INTEGRATING POWER LIGHT EMITTING DIODES FOR PERFORMANCE MEASUREMENT OF NEW GENERATIONS OF PHOTOVOLTAIC MODULES (SUNSIM)**

R+D (2b) 3.1.2

Lead:	EPFL STI IMT-NE PV-LAB	Funding:	KTI
Contact:	Ballif Christophe christophe.ballif@epfl.ch	Period:	2009–2011
Abstract:	High precision solar simulators will become crucial to characterize the next generation of low cost PV modules. In this project, a new large area characterization tool, satisfying criteria on homogeneity, spectrum, and temporal stability will be developed, prototyped and tested.		

● **LED-BASIERTE QUALITÄTSKONTROLLE IM PRODUKTIONSABLAUF FÜR SOLARMODULE**

R+D (2b) 3.1.2

Lead:	ZHAW ICP	Funding:	KTI
Contact:	Reinke Nils nils.reinke@zhaw.ch	Period:	2010–2010
Abstract:	Gegenstand der vorliegenden Machbarkeitsstudie ist die Untersuchung einer Lichtquelle auf Basis von lichtemittierenden Dioden (LEDs). Diese Lichtquelle soll für die Qualitätskontrolle von Solarmodulen in Produktionsanlagen integriert werden können.		

● **MULTI-PURPOSE PV MODULE TESTER (MPVT).**

R+D (2b) 3.1.2

Lead:	SUPSI ISAAC	Funding:	KTI
Contact:	Chianese Domenico domenico.chianese@supsi.ch	Period:	2008–2010
Abstract:	The objective of this project is to develop a new high flexible electronic load which responds to the present needs of research and test laboratories and which is the basis for the development of a high efficient and cost effective in-line tester for module manufacturers.		

● **LIFETIME, MECHANICAL AND SECURITY TESTING FOR PV MODULE CERTIFICATION**

R+D (2c) 3.1.2

Lead:	SUPSI ISAAC	Funding:	BFE
Contact:	Rudel Roman roman.rudel@supsi.ch	Period:	2008–2010
Abstract:	In the strongly expanding PV market certification capacities constitute a serious bottleneck. Based on the long experience in module testing at ISAAC (SUPSI), a PV module test center for certified module measurements according to IEC standards is being built up.		

● **QUALITÀ E RESA ENERGETICA DI MODULI PV, CENTRALE ISAAC-TISO - PERIODO VIII: 2007–2010**

R+D (2c) 3.1.2

Lead:	SUPSI ISAAC	Funding:	BFE
Contact:	Rudel Roman roman.rudel@supsi.ch	Period:	2007–2010
Abstract:	With this project, the ISAAC (SUPSI) develops appropriate module measurement techniques in view of quality assurance and energy rating of PV modules. Extended measurement campaigns are carried out for market relevant PV modules and new technologies.		

● **MOBILES PV MESSSYSTEM**

P+D (2c) 3.1.2

Lead:	ZHAW IEFE	Funding:	diverse
Contact:	Baumgartner Franz franz.baumgartner@zhaw.ch	Period:	
Abstract:	Ein Messsystem für PV-Module ist auf einem Kleinbus montiert und erlaubt so Messungen von PV-Modulen an einem beliebigen Ort. Damit können langwierige Transporte von grösseren Mengen von zu testenden Modulen vermieden werden.		

● **APPLICATION DE MODULES PV FLEXIBLES SUR LE SITE DE PRODUCTION FLEXCELL**

P+D (2d) 3.1.2

Lead:	VHF Technologies SA	Funding:	BFE
Contact:	Fischer Diego diego.fischer@flexcell.com	Period:	2009–2012
Abstract:	The goal of this project to develop, install and monitor various building integrated PV products and installation solutions based on Flexcell's technology on buildings of Flexcell's production site in Yverdon.		

● **PHOTOVOLTAIK IM VERBUND MIT DÄMMSTOFF FOAMGLAS**

P+D (2d) 3.1.2

Lead:	Basler & Hofmann AG	Funding:	BFE
Contact:	Bucher Christof christof.bucher@baslerhofmann.ch	Period:	2010–2013
Abstract:	In diesem Projekt soll mindestens ein Produkt aus PV und FOAMGLAS entwickelt werden.		

● **BISOL – BUILDING INTEGRATED SOLAR NETWORK – BRENET**

R+D (2e) 3.1.2

Lead:	SUPSI ISAAC	Funding:	BFE
Contact:	Rudel Roman roman.rudel@supsi.ch	Period:	2009–2011
Abstract:	The aim of the BiSol project is to create a competence network between specialists from various stakeholders so as to maximize solar energy integration into the built environment and overcome the related technical and non technical issues.		

● **BIPV TOOLS**

WTT (2e) 3.1.2

Lead:	SUPSI ISAAC	Funding:	BFE
Contact:	Frontini Francesco francesco.frontini@supsi.ch	Period:	2009–2011
Abstract:	The BiPV Tools project is addressed specifically to architects. Its aim is to provide information and tools which will allow a correct and appropriate integration of photovoltaics into the building design concept.		

● **PHOTOVOLTAIK SYSTEMTECHNIK 2007–2010**

R+D (3) 3.1.2

Lead:	HTI Burgdorf	Funding:	BFE
Contact:	Häberlin Heinrich heinrich.haeberlin@bfh.ch	Period:	2007–2010
Abstract:	Bau eines neuen Solargenerator-Simulators von 100 kW zusätzlich zu den bisherigen Geräten von 20 kW und 25 kW. Wartung und laufende Weiterentwicklung der Mess-Software der vorhandenen Solargenerator-Simulatoren.		

● **PRAXISTEST BACKUP WECHSELRICHTER**

P+D (3) 3.1.2

Lead:	Basler & Hofmann AG	Funding:	BFE
Contact:	Stettler Sandra sandra.stettler@baslerhofmann.ch	Period:	2008–2010
Abstract:	Das Projekt Praxistest Backup Wechselrichter soll auf der Basis von detaillierten Messungen eines aktuellen Produkts das genaue Verhalten und die Tauglichkeit eines Wechselrichters mit Back-up Funktion evaluieren.		

● **SIMULATION APPROACH TO INVESTIGATE THE IMPACT OF DISTRIBUTED POWER GENERATION WITH PHOTOVOLTAICS ON A POWER GRID (PV ERA NET PROJECT PV+GRID_06_DPVG)**

R+D (3) 3.1.2

Lead:	Basler & Hofmann AG	Funding:	BFE
Contact:	Bucher Christof christof.bucher@baslerhofmann.ch	Period:	2010–2012
Abstract:	Simulation Approach to Investigate the Impact of Distributed Power Generation with Photovoltaics on a Power Grid. The project addresses the important topic of grid integration of variable production from photovoltaics.		

● **SOLAR WINGS: SEIL-BASIERTES PHOTOVOLTAIK-NACHFÜHRSYSTEM 2-ACHSIG**

P+D (3) 3.1.2

Lead:	PAMAG Engineering	Funding:	BFE
Contact:	Kessler Hugo hke.pamag@flumroc.ch	Period:	2009–2011
Abstract:	Im Pilotprojekt Solar Wings wird erstmalig das Verhalten eines Seil-basierten 2-achsig nachgeführten Photovoltaiksystems erprobt und mit einer fix installierten Anlage verglichen.		

● **AUTONOMOUS CLEANING ROBOT FOR LARGE SCALE PHOTOVOLTAIC POWER PLANTS IN EUROPE RESULTING IN 5% COST REDUCTION OF ELECTRICITY (PV-SERVITOR)**

R+D (3) 3.1.2

Lead:	HTI Burgdorf	Funding:	SBF/EU
Contact:	Häberlin Heinrich heinrich.haeberlin@bfh.ch	Period:	2009–2011
Abstract:	The PV-Servitor project focuses on concepts for a fully autonomous cleaning robot for ground mounted large scale photovoltaic power plants consisting of several 100 kW units. The PV-Servitor shall be able to automatically clean glass surfaces of solar modules in several areas of up to 2,500 square meters in an unrestricted way.		

● **PV TESTANLAGE DIETIKON**

P+D (3) 3.1.2

Lead:	ZHAW IEFÉ	Funding:	diverse
Contact:	Baumgartner Franz franz.baumgartner@zhaw.ch	Period:	
Abstract:	In einer Testanlage werden verschiedene Photovoltaik-Modultechnologien erprobt und miteinander verglichen.		

● **INPHOCUS – INFLATED PHOTOVOLTAIC ULTRA-LIGHT MIRROR CONCENTRATORS**

R+D (4) 3.1.2

Lead:	SUPSI ICMSI	Funding:	KTI
Contact:	Boër Claudio claudio.boer@icimsi.ch	Period:	2010–2012
Abstract:	The goal of this project is to realize a commercially cost competitive innovative Concentrating PhotoVoltaic (CPV) system. The project will cover the design, construction and performance testing of the innovative system. The concentrator will be equipped with unconventional pneumatic multilayer Mylar mirrors, will have an innovative fiber reinforced concrete structure and an original tilting mechanism to track the sun.		

● **MESSKAMPAGNE PHOTOVOLTAIK SCHALLSCHUTZANLAGE MÜNSINGEN**

R+D (4) 3.1.2

Lead:	TNC Consulting AG	Funding:	BFE
Contact:	Nordmann Thomas nordmann@tnc.ch	Period:	2009–2011
Abstract:	In dieser Messkampagne wird das Verhalten der bifacialen Photovoltaik Schallschutzanlage beim Bahnhof Münsingen (Kt. BE) analysiert.		

● **RESOURCE- AND COST-EFFECTIVE INTEGRATION OF RENEWABLES IN EXISTING HIGH-RISE BUILDINGS (COST-EFFECTIVE)**

R+D (4) 3.1.2

Lead:	Emmer Pfenninger Partner AG	Funding:	SBF/EU
Contact:	Emmer Andreas andreas.emmer@eppag.ch	Period:	2008–2012
Abstract:	The main focus of the project is to convert facades of existing “high-rise buildings” into multifunctional, energy gaining components. This goal will be achieved by: development of integrated building concepts, development of new multi-functional façade components and development of new business and cost models.		

● **SCHWEIZER PV ENERGIESTATISTIK**

R+D (4) 3.1.2

Lead:	Ingenieurbüro Hostettler	Funding:	BFE und weitere
Contact:	Hostettler Thomas hostettler_engineering@compuserve.com	Period:	
Abstract:	In der Schweizer PV Energiestatistik wird die Energieproduktion einer repräsentativen Menge von ausgewählten PV-Anlagen erfasst und auf die Gesamtanzahl PV-Anlagen hochgerechnet.		

● **NORMENARBEIT FÜR PV SYSTEME**

WTT (4) 3.1.2

Lead:	Basler & Hofmann AG	Funding:	Swissolar
Contact:	Toggweiler Peter peter.toggweiler@baslerhofmann.ch	Period:	2007–
Abstract:	Normen sind ein wichtiges Instrument zur Qualitätssicherung sowie zum sicheren und zuverlässigen Betrieb von PV-Anlagen. Das Projekt umfasst den Schweizer Beitrag zu den entsprechenden Arbeiten im IEC Technischen Komitee 82.		

● **LEITUNG DES FORSCHUNGSPROGRAMMS «PHOTOVOLTAIK»**

R+D (4) 3.1.2

Lead:	NET AG	Funding:	BFE
Contact:	Nowak Stefan stefan.nowak@netenergy.ch	Period:	1993–2012
Abstract:	Das Projekt umfasst Strategie und Leitung des Schweizer Photovoltaik-Forschungsprogramms, die Begleitung der Projekte (F+E, P+D) sowie die gesamtschweizerische Koordination.		

● **SCHWEIZER BEITRAG IEA PVPS TASK 1 – 2010**

R+D (5) 3.1.2

Lead:	Nova Energie GmbH	Funding:	BFE
Contact:	Hüsler Pius pius.huessler@novaenergie.ch	Period:	2010–2011
Abstract:	IEA PVPS Task 1 befasst sich mit Informationsaufgaben zum Stand der Photovoltaik in den Mitgliedsländern des IEA PVPS Programms. Dazu leistet dieses Projekt den Schweizer Beitrag, insbesondere zur Entwicklung von Industrie und Markt sowie des regulatorischen Kontextes.		

● **SCHWEIZER BEITRAG IEA PVPS TASK 12**

R+D (5) 3.1.2

Lead:	ESU-Services AG	Funding:	BFE
Contact:	Frisknecht Rolf frisknecht@esu-services.ch	Period:	2006–2010
Abstract:	IEA PVPS Task 12 befasst sich mit Umweltaspekten der Photovoltaik ausgehend von Analysen in den Mitgliedsländern des IEA PVPS Programms. Dazu leistet dieses Projekt den Schweizer Beitrag, insbesondere zur Lebenszyklusanalyse (LCA) von PV-Systemen.		

● **IEA PVPS – KICK-OFF MEETING IEA PVPS TASK 13**

R+D (5) 3.1.2

Lead:	TNC Consulting AG	Funding:	BFE
Contact:	Nordmann Thomas nordmann@tnc.ch	Period:	2010–2010
Abstract:	IEA PVPS Task 13 befasst sich mit Performance und Zuverlässigkeit von PV-Komponenten und PV-Anlagen in den Mitgliedsländern des IEA PVPS Programms. Mit diesem Projekt wird der Schweizer Beitrag zu diesem neuen internationalen Vorhaben vorbereitet.		

● **SOLAR RESOURCE MANAGEMENT, IEA SOLAR HEATING & COOLING PROGRAMME, TASK 36**

R+D (5) 3.1.2

Lead:	Meteotest	Funding:	BFE
Contact:	Kunz Stefan stefan.kunz@meteotest.ch	Period:	2005–2010
Abstract:	In the framework of IEA Solar Heating and Cooling (SHC) Task 36, Meteotest investigates the possibilities and quality of global radiation forecast, the trend of recent global radiation data and distribution of atmospheric aerosols.		

● **IEA SHC TASK 41 « SOLAR ENERGY AND ARCHITECTURE » – DIRECTION DE LA SOUS-TÂCHE A « CRITERIA FOR ARCHITECTURAL INTEGRATION »**

R+D (5) 3.1.2

Lead:	EPFL LESO	Funding:	BFE
Contact:	Roecker Christian christian.roecker@epfl.ch	Period:	2009–2012
Abstract:	The main goals of IEA SHC Task 41 are to help achieving high quality architecture for buildings integrating solar energy systems, as well as improving the qualifications of the architects, their communications and interactions with engineers, manufactures and clients. Increased user acceptance of solar designs and technologies will accelerate the market penetration.		

● **PV ERA NET: NETWORKING AND INTEGRATION OF NATIONAL AND REGIONAL PROGRAMMES IN THE FIELD OF PHOTOVOLTAIC (PV) SOLAR ENERGY RESEARCH AND TECHNOLOGICAL**

R+D (5) 3.1.2

Lead:	NET AG	Funding:	diverse
Contact:	Nowak Stefan stefan.nowak@netenergy.ch	Period:	2004–2009
Abstract:	PV ERA NET: The objective of the network is to enhance the cooperation between regional and national PV RTD programmes in Europe. The activities include information exchange, best practice in PV RTD as well as specific joint calls between several regional/ national PV RTD programmes.		

