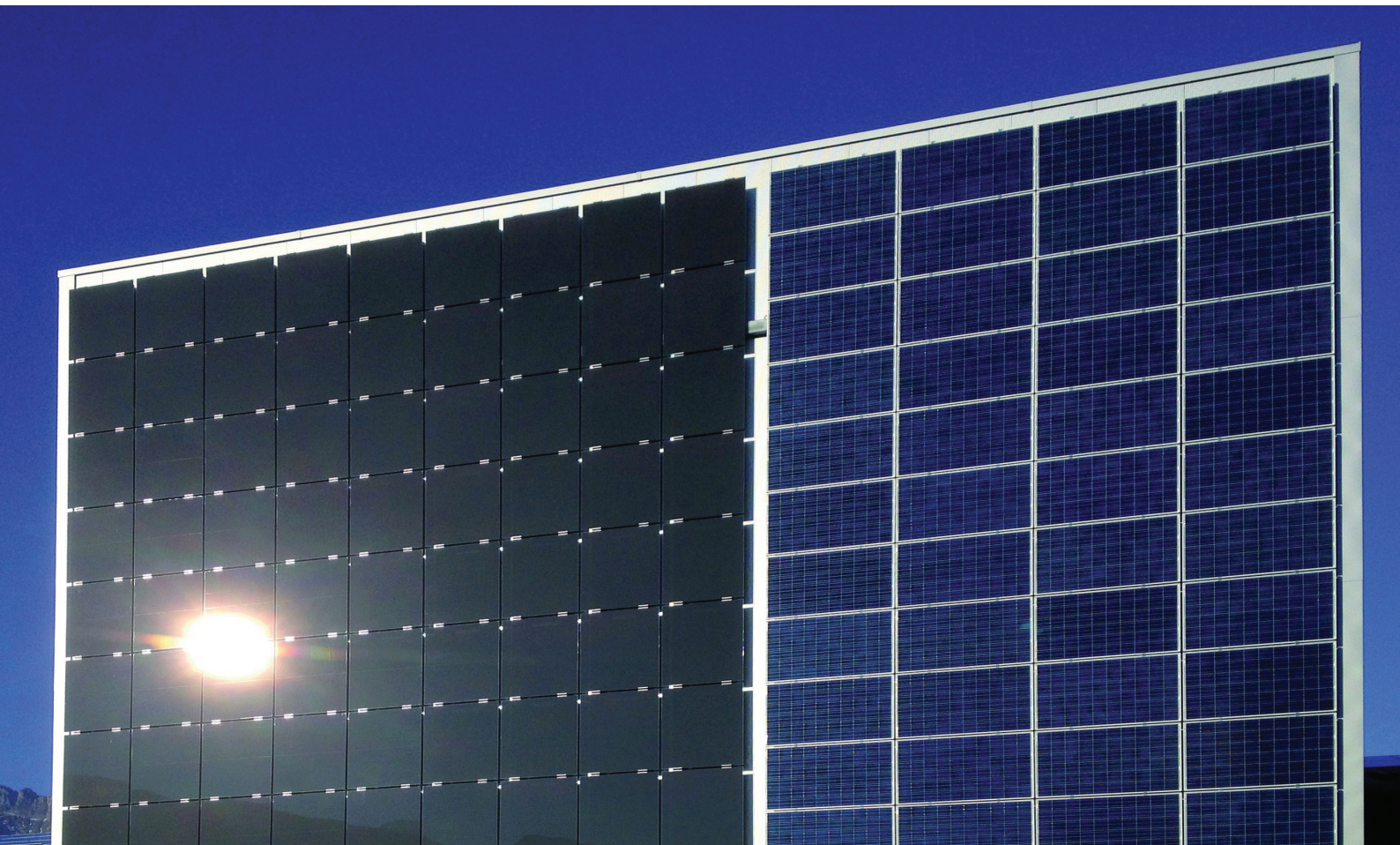


Überblicksbericht 2012

Forschungsprogramm Photovoltaik



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE
Office fédéral de l'énergie OFEN

Titelbild:**Neue und konventionelle Photovoltaik-Technologien an einer Gebäudefassade**

Mikromorphe Dünnschicht (10,8 kW, links) und multikristalline (11,3 kW, rechts) Photovoltaik-Module bilden eine Fassadenanlage bei der Firma Lippuner in Grabs (SG). Die Unterkonstruktion inkl. Glashalterung für eine schraubenlose Modulmontage wurde von der Firma Jansen entwickelt, Module von Schüco, Lieferant des Gesamtsystems ist ebenfalls Jansen, Oberriet (Bildquelle: Jansen).

BFE Forschungsprogramm Photovoltaik

Überblicksbericht 2012

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

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

Einleitung

Die Photovoltaik erfährt in der aktuellen nationalen und internationalen Energie-debatte eine immer grössere Beachtung. Dabei wird diese sehr dynamische Ener-gietechnologie sowohl aus wissenschaft-lich-technischer Sicht, als auch industriell und marktbezogen viel diskutiert. Vor dem Hintergrund einer rasch wachsen- den, global orientierten Industrie fin- det weltweit eine intensive Forschung statt, welche als Hauptziel eine weitere Kostenreduktion und die rasche Indust- rialisierung der Photovoltaik verfolgt. In den technologisch besonders wichtigen Ländern wie Deutschland, Japan und den USA werden die Photovoltaikfor- schung intensiviert und ambitionöse Ziele formuliert [1, 2]. Ähnlich ist Europa mit der Solar Europe Industry Initiative be- strebt, weiterhin eine führende Rolle auf diesem Gebiet zu spielen. Parallel dazu findet marktseitig eine weiterhin rasante Kostenreduktion statt, welche einerseits die Wettbewerbsfähigkeit der Photovol- taik mit anderen Energieformen laufend erhöht, andererseits innerhalb der Pho- tovoltaikindustrie zu einem stark ver- schärften Wettbewerb führt.

In der Forschung geht es um die anhal- tende Weiterentwicklung der bestehen- den Photovoltaik-Technologien sowie die Entwicklung neuer Materialoptionen und Konzepte. Nebst dem Kerngebiet der verschiedenen Solarzellen-Techno- logien beinhaltet die Photovoltaikfor- schung auch technologiespezifische Themen auf der Systemebene, z. B. der Gebäudeintegration, der elektrischen Systemtechnik oder der Umweltindika- toren und des Recyclings. Mit der der- zeit anhaltenden Kostenreduktion bilden System-übergreifende Aspekte wie die

Netzintegration, die Speicherung oder energetische Konzepte im Gebäude im- mer wichtigere Themen der Forschung. Neue Erkenntnisse und Resultate aus der Forschung werden möglichst rasch in die Industrie übergeführt.

Die Photovoltaik als möglicher wesentli- cher Pfeiler einer nachhaltigen Stromver- sorgung hat in relevanten Szenarien in- zwischen ihren festen Platz: Die im Jahr 2010 publizierte Photovoltaik-Roadmap der Internationalen Energieagentur IEA [3] spricht bis 2050 von einem mög- lichen Beitrag von mehr als 10 % zur weltweiten Stromversorgung. In aktuel- len Schweizer Energieszenarien wird von der Photovoltaik bis 2050 ein Beitrag von mindestens 10 TWh Elektrizität als möglich erachtet [4]. Zunehmend verla- gert sich die Diskussion angesichts der raschen Kostendegression auf die Frage, wie rasch die Photovoltaik ihren Beitrag leisten kann und soll.

In den letzten 25 Jahren hat sich eine starke Schweizer Position in verschie- denen Gebieten der Photovoltaikfor- schung herausgebildet: Im Vordergrund stehen die Entwicklungen von ver- schiedenen Dünnschicht-Technologien, welche schon immer den Schwerpunkt der Schweizer Photovoltaikforschung bildeten. Ausgehend von Arbeiten an neuen Solarzellen-Konzepten wurden diese sukzessiv in die industrielle Umset- zung übergeführt. Heute findet neben der Forschung an Instituten und Hoch- schulen auch seitens der Industrie eine intensive Technologieentwicklung statt, welche mittlerweile zu einer entlang der ganzen Wertschöpfungskette der Pho- tovoltaik bedeutenden Schweizer Indus- trie geführt hat. Dabei bleibt auch die

Schweizer Photovoltaik Industrie vom intensiven weltweiten Wettbewerb nicht verschont.

Laufende Aktivitäten in Forschung und Entwicklung sowie Projekte im Bereich von Pilot- und Demonstrationsanlagen umfassen im Berichtsjahr 2011 rund 70 Projekte, wobei alle der Programm- leitung bekannten Projekte mit einer Förderung der öffentlichen Hand be- rücksichtigt sind. Nebst den durch das Bundesamt für Energie (BFE) geförderten Projekten und den Schwerpunkten ein- zelner Hochschulen und Forschungsins- titute spielen Projekte mit Unterstützung der Kommission für Technologie und Innovation (KTI) sowie zahlreiche EU- Projekte im Forschungsprogramm *Pho- tovoltaik* des BFE eine tragende Rolle.

Das Forschungsprogramm *Photovoltaik* des BFE verfolgte in der Periode 2008– 2012 die folgenden Ziele [5, 6]:

- Senkung der Kosten der Solarzellen und -module;
- Steigerung des Wirkungsgrades (So- larzellen);
- Senkung des Material- und Energie- einsetzes;
- Vereinfachung und Standardisierung der elektrischen Systemtechnik; Stei- gerung der Lebensdauer und Zuver- lässigkeit 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 13 ff.):

Solarzellen (1a-e):

Verschiedene materialspezifische Ansätze zu Dünnschichtsolarzellen stellen hier den wichtigsten Schwerpunkt dar (Silizium, Verbindungshalbleiter, organische Materialien). Verstärkt werden Hoch-effizienz-Zellen mit Heteroübergängen zwischen Dünnschicht- und kristallinem Silizium vorangetrieben. Organische und Polymersolarzellen als mögliche langfristige Technologieoptionen gewinnen an Bedeutung. Ausserdem werden in der Grundlagenforschung fortgeschrittene Konzepte mit Photonen-Management erforscht.

Module und Gebäudeintegration (2a-e):

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.

Elektrische Systemtechnik (3):

Bei der elektrischen Systemtechnik steht die Qualitätssicherung von Modulen und Wechselrichtern 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.

Begleitende Themen (4):

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

Institutionelle internationale Zusammenarbeit (5):

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).

Rückblick und Bewertung 2012

Gemessen an der Anzahl laufender Projekte mit öffentlicher Finanzierung und der gesamthaft gemeldeten Forschungsprojekte [7] kann eine anhaltende Verstärkung der Forschungsaktivitäten beobachtet werden. Diese Erhöhung ist in erster Linie auf Erfolge mit KTI- und EU-Projekten zurückzuführen. Die zur spezifischen Förderung der Photovoltaik verfügbaren Forschungsmittel des BFE sind im Jahr 2012 beschränkt aber konstant geblieben, nachdem sie in den letzten 10 Jahren kontinuierlich reduziert werden mussten. Die Mittel für Pilot- und Demonstrationsprojekte konnten leicht erhöht werden mit Aussicht auf einen deutlichen Anstieg 2013, wobei hier keine für die Photovoltaik spezifischen Mittel reserviert sind. Inhaltlich sind programmübergreifend drei wesentliche Trends zu erkennen, i) die verstärkte Fokussierung auf kurz- und mittelfristig relevante Fragestellungen der Industrie (anhaltende Kostensenkung und Effizienzsteigerung), ii) die wachsende Bedeutung von systemrelevanten Aspekten (z. B. Gebäude- und Netzintegration) sowie iii) langfristige Optionen in der Grundlagenforschung. Für die Photovoltaikindustrie hat der Wettbewerb im letzten Jahr weiter zugenommen und eine ausgeprägte weltweite Konsolidie-

rungsphase mit zahlreichen Insolvenzen eingeleitet. Dennoch zeichnet sich gleichzeitig ab, dass die technologische und industrielle Entwicklung rasch weiter geht und international eine Beschleunigung von Forschung und Innovation stattfindet.

Ausblick

Die Herausforderung der Schweizer Photovoltaikforschung und -industrie für die kommenden Jahre liegt darin, international an vorderster Front mithalten zu können. In der Schweiz zeichnet sich ab 2013 im Rahmen des Aktionsplans Koordinierte Energieforschung insgesamt eine Verbesserung der Situation ab, indem die Mittel für Forschung wie für P&D-Projekte generell zunehmen werden. Es gilt, 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. Das im Jahr 2013 konkret werdende Photovoltaik-Kompetenzzentrum am Centre Suisse d'Electronique et de Microtechnique (CSEM) soll hier wesentliche Beiträge leisten.

Highlights aus Forschung und Entwicklung

Seit vielen Jahren setzt sich das Forschungsprogramm *Photovoltaik* zum Ziel, zu den einzelnen Teilbereichen Kompetenzzentren mit nationaler und internationaler Ausstrahlung zu fördern. Im Jahr 2012 sind dies das Photovoltaik-Labor (PV-Lab) an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Lausanne (EPFL) in Neuchâtel (Silizium-Dünnschicht-Solarzellen), das Institut of chemical sciences and engineering (ISIC) an der EPFL in Lausanne (Farbstoff-Solarzellen), die Empa in Dübendorf (Verbindungshalbleiter- und organische Solarzellen), die Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana (SUPSI) in Lugano (Solarmodule und Gebäudeintegration) und die Berner Fachhochschule Technik und Informatik (HTI) in Burgdorf (elektrische Systemtechnik).

Forschung und Entwicklung auf 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) sowie Dünnschicht-Verbindungshalbleiter CIGS und CdTe (Empa). Die rasche Kostenreduktion bei den kristallinen Solarzellen zwingt die Vertreter der Dünnschicht-Technologien, ihre Kon-

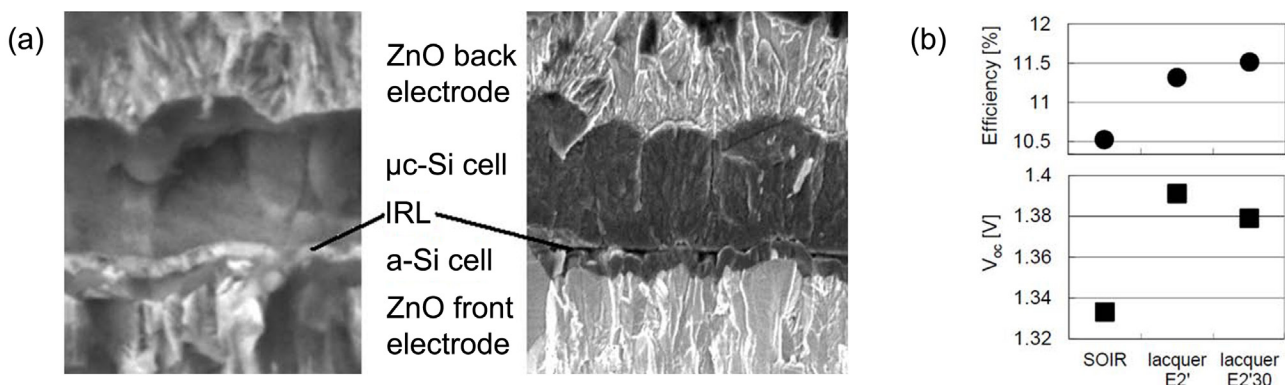
zepte kosten- und effizienzmassig noch schneller weiter zu entwickeln. Dabei gewinnt auch das Konzept der hocheffizienten Solarzellen mit Heteroübergängen zwischen amorphen und kristallinen Zellen rasch an Bedeutung.

Fortgeschrittene Solarzellenforschung bedeutet immer mehr auch Materialforschung mit neusten Ansätzen, neuen Materialkombinationen und neuen Prozessen. Dabei spielen feinste Schichten und Strukturen im Nanometerbereich eine zunehmende Rolle. Nebst den etablierten Photovoltaik-Kompetenzzentren befassen sich weitere akademische Institute an Universitäten und Fachhochschulen vermehrt mit Fragestellungen im Zusammenhang mit der Photovoltaik.

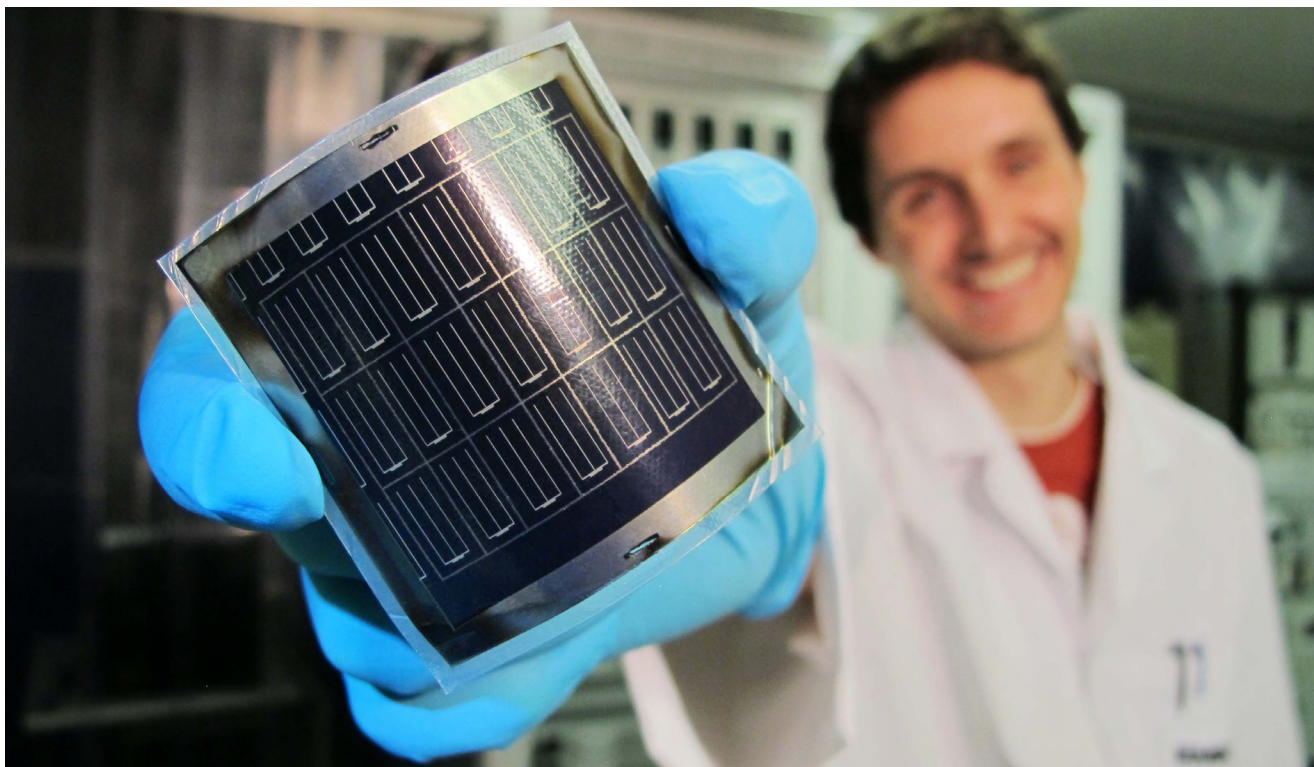
Die Qualitätssicherung hat seit vielen Jahren ihren festen Stellenwert in der Photovoltaik-Forschungslandschaft. Die Prüfung von Solarmodulen und deren Verhalten bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen ist die Kernkompetenz des Istituto sostenibilità applicato all'ambiente costruito (ISAAC) an der SUPSI. Komplementär dazu wird an der Fachhochschule HTI in Burgdorf das Verhalten von Wechselrichtern und Systemen untersucht. Beide Institute betreiben Prüflabors, in welchen Solarmodule oder Wechselrichter gemäss gängigen Normen geprüft werden können.

Dünnschicht Silizium und CIGS – mit neuen Konzepten zu höchsten Wirkungsgraden

Das PV-Lab an der EPFL in Neuchâtel bearbeitet in einer Anzahl von eng verwandten Projekten aktuelle Fragestellungen zur weiteren Entwicklung von Silizium-Dünnschicht-Solarzellen auf verschiedenen Substraten. Zur Optimierung dieser Solarzellen in ihren verschiedenen Ausprägungen stehen zahlreiche Parameter zur Verfügung. Neben Material, Art, Anzahl und Umfang der aktiven Schichten, welche zur Hauptsache aus amorphem und mikrokristallinem Silizium bestehen, spielen Dotierung, Fenster- und Zwischenschichten, Art der Deposition, Struktur, usw. wichtige Rollen. Ziel der laufenden Optimierung und neuer Ansätze ist es letztlich, den Wirkungsgrad der Solarzellen zu erhöhen. Durch Simulation und systematische sowie kontrollierte Variation der experimentellen Parameter wird das Verständnis der in der Solarzelle stattfindenden Prozesse gefördert, was einen wesentlichen Schlüssel zur weiteren Entwicklung darstellt. Eine wachsende Rolle spielen kontrollierte Strukturen und Zwischenschichten im Nanometerbereich. An diesen Zwischenschichten wird die Lichtabsorption optimiert, sodass möglichst viele Photonen in Ladungsträ-



Figur 1: a) Elektronenmikroskopischer Querschnitt durch eine mikromorphe Solarzelle mit einer glättenden Zwischenreflektorschicht durch Spray-Deposition von Zn-Acetat (links, grau) und Spin-coating und Ätzen (rechts, schwarz). b) Wirkungsgrad und V_{oc} von mikromorphen Zellen mit einer glättenden SiO_x Zwischenreflektorschicht oder einer Zwischenreflektorschicht durch Ätzen (Bildquelle: PV-Lab, EPFL).



Figur 2: Hocheffiziente und flexible CIGS Solarzellen auf Polyimidfolie entwickelt mit einem neuen Prozess erreichen einen neuen Weltrekord-Wirkungsgrad von 20,4 % (Bildquelle: Empa).

ger umgewandelt werden. Durch eine bessere Materialqualität kann sodann sichergestellt werden, dass möglichst wenige dieser Ladungsträger wieder rekombinieren und für die Energieumwandlung weiter zur Verfügung stehen. Entsprechend komplex ist der Weg zu verbesserten Solarzeleigenschaften, welche auch noch den Anforderungen an grossflächige industrielle Prozesse gerecht werden müssen.

Die Übertragbarkeit der Forschungsergebnisse auf den industriellen Massstab sowie industrielle Prozesse 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. Ab 2013 wird hierzu am CSEM mit massgeblicher Unterstützung des Bundes ein industrieorientiertes Photovoltaik-Kompetenzzentrum aufgebaut. Es wird erwartet, dass die indus-

trieorientierte Forschung dadurch nachhaltig gestärkt werden kann.

Im Berichtsjahr begann am PV-Lab mit Unterstützung des BFE eine neue Projektphase, welche sich den Kernthemen und Lösungsansätzen des PV-Lab zu Silizium-Dünnschichtsolarzellen und -modulen widmet. Das Projekt ist in sechs komplementäre Aufgabenbereiche strukturiert (Einfluss der Plasmaeigenschaften auf die Siliziumschichten, neue Materialien und Schichten, Lichteinfang, Mehrfachübergänge, Zuverlässigkeit und Charakterisierung sowie allgemeine Infrastruktur). Im ersten Projektjahr konzentrierten sich die Arbeiten auf fundamentale Aspekte der Technologie. Dabei wurde zum einen das analytische Verständnis des Mechanismus des Lichteinfangs durch Fensterschichten verbessert, zum anderen Wege zu besseren Materialeigenschaften von amorphem und mikrokristallinem Silizium erforscht. Daraus resultierten amorphe Schichten mit reduzierter Lichtdegradation und mikrokristalline Schichten mit

höherer Klemmenspannung V_{oc} . Mit glättenden Zwischenschichten konnte die Kopplung zwischen den einzelnen Sub-Zellen verbessert werden. Durch die Kombination der verschiedenen Ansätze wird erwartet, den Wirkungsgrad der Silizium-Dünnschichtmodule auf über 12 % erhöhen zu können (Figur 1). In insgesamt vier EU-Projekten (PEPPER, N2P, SILICON_LIGHT und FAST TRACK) werden diese Ansätze am PV-Lab auch praxisorientiert weiter vertieft. Es zeigt sich hier ebenfalls, dass durch gezielte Verbesserung der Materialeigenschaften und Prozesse, z. B. Reduktion der Defektzonen im mikrokristallinen Silizium hervorgerufen durch schlechte Front-Kontakte, bessere Wirkungsgrade erzielt werden können.

Das Konzept von Hocheffizienz-Solarzellen mit einem Heteroübergang zwischen verschiedenen Schichten aus kristallinem und amorphem bzw. mikrokristallinem Silizium gewinnt unter dem aktuellen Kostendruck durch die marktübliche kristalline Technologie rasch an Bedeu-



Figur 3: Outdoor Messstand mit 11 verschiedenen Dünnschicht PV-Modulen und 2 kristallinen Silizium-Modulen zur Vergleichsmessung (Bildquelle: ISAAC SUPSI).

tung. Im EU-Projekt 20PLUS erreichte das PV-Lab hierzu einen Wirkungsgrad von 21,4 % auf p-Typ Wafern, bzw. 22,1 % auf n-Typ Wafern.

Wesentliche Industriekooperationen des PV-Lab erfolgen mit TEL-Solar (der früheren Oerlikon Solar), Meyer Burger, Roth & Rau sowie mit verschiedenen weiteren in- und ausländischen Unternehmen.

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

In der Schweiz hat sich auf diesem Gebiet das Labor für Dünne Schichten und Photovoltaik an der Empa als leistungsfähige Forschungseinheit etabliert. 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, Depositionsprozesse und -temperaturen (sowohl unter Vakuum, als auch bei Atmosphärendruck), die notwendigen Pufferschichten und die Substratwahl. Von besonderem Interesse sind flexible Solarzellen auf Kunststoffsubstraten.

Hier erfolgt eine intensive Zusammenarbeit mit dem Empa-Spin-off-Unternehmen FLISOM. Im Berichtsjahr erzielte das Team an der Empa einen weiteren Erfolg: Beim jüngsten Rekord gelang es den Forschern, die Eigenschaften der Licht absorbierenden CIGS-Schicht, die bei reduzierten Prozesstemperaturen aufgetragen wird, weiter zu optimieren. Der Rekord-Wirkungsgrad einer CIGS-Solarzelle auf Kunststoff von 20,4 % wurde vom Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) in Freiburg (Deutschland) verifiziert – und übersteigt damit den Rekordwert von 20,3 % für CIGS-Solarzellen auf Glas (Figur 2). Gegenüber dem letztjährigen Empa-Rekord für flexible CIGS-Solarzellen von 18,7 % stellt dies eine markante Steigerung dar. Damit entspricht der Wirkungsgrad von CIGS-Dünnschichtsolarzellen nun sogar demjenigen von multikristallinen Siliziumzellen.

Ein neues, vom BFE unterstütztes Projekt an der Empa befasst sich mit dem Aufbau einer pilotmässigen Anlage zur mehrstufigen Abscheidung von CIGS-Solarzellen auf Kunststofffolien in einem roll-to-roll Prozess. Damit soll die Übertragung der im Labor erzielten Forschungsergebnisse auf industriennahe Verhältnisse erreicht werden. Im Berichtsjahr standen Konzept und Design der Anlage im Vordergrund.

In verschiedenen EU-Projekten (HIPO-CIGS, NOVA-CIGS, R2R-CIGS und dem neuen Grossprojekt SCALENANO) verfolgt die Empa-Gruppe ihre Projektaktivitäten auch international erfolgreich weiter.

Dünnschichtmodule – Resultate aus praxisnahen Messungen

Während für kristalline Silizium Solarmodule langjährige Erfahrungen und Resultate in der Charakterisierung und normierten Messung vorliegen, bestehen für Dünnschichtmodule immer noch grössere methodische Ungenauigkeiten, welche auch mit dem komplexen und unterschiedlichen Aufbau dieser Module (z. B. verschiedene Materialien, unterschiedliche spektrale Empfindlichkeiten, mehrere Schichten, usw.) zusammen hängen. Dies bedingt bei der Messung dieser Module häufig eine Vorkonditionierung, um zu besser vergleichbaren Resultaten zu gelangen.

Am ISAAC der SUPSI wird in einem neuen, vom BFE unterstützten Projekt die Methodik zur Messung von Dünnschichtmodulen verfeinert. Im Berichtsjahr wurden dazu die Messstände sowohl im Labor wie für die Aussenmessung um Geräte zur Berücksichtigung der spektralen Empfindlichkeit von mehrschichtigen Dünnschichtmodulen ergänzt. Aufgrund des Farbspektrums des verwendeten Solarsimulators kann durch Vergleichsmessungen die geeignete Referenzzelle für ein bestimmtes Solarmodul bestimmt werden. Auf dem Aussenprüfstand (Figur 3) wurden Messungen an 11 verschiedenen Dünnschichtmodulen durchgeführt (a-Si, 2 a-Si/a-Si, 4 a-Si/ μ c-Si, 1 CdTe, 1 CIS, 1 CIGS und 1 CIGSS). Die ersten Resultate zeigen eine grosse Bandbreite der normierten STC-Leistung (Standard Test Conditions) bzw. der Anfangsdegradation.



Figur 4: Zustand von schneebedeckten PV-Modulen an einem Februar-Tag mit unterschiedlichen Lösungen zur Schneee Entfernung (von vorne: Eulekra, Freso, Solutronic (X2) und Bosch als Referenz) (Bildquelle: Planair).

Nebst der Leistung wird auch die spezifische Energieproduktion (in kWh/kWp) der verschiedenen Technologien erfasst. Diese hängt naturgemäss ausgeprägt vom gewählten Referenzwert der STC-Leistung ab. Um zu besseren Aussagen zu gelangen, wurden im Berichtsjahr Arbeiten zur spektralen Modellierung für die unterschiedlichen Modultechnologien durchgeführt. Diese zeigen auf,

wie gross die spektralen Effekte für die einzelnen Technologien sind und führen zu deutlich besseren Genauigkeiten der Vorhersage.

Zusammen mit weiteren Testmethoden (z. B. Defektanalysen durch Elektrolumineszenzmessungen), der Teilnahme am DURSOL CCEM-Projekt zur Erforschung der Dauerhaftigkeit von Dünnschicht-

technologien und dem akkreditierten Swiss PV Module Test Centre bestehen am ISAAC der SUPSI umfangreiche Erfahrungen und Infrastruktur zur Messung von Photovoltaik Modulen. Das ISAAC konnte im Berichtsjahr in einem Festakt 30 Jahre Forschung an Photovoltaikmodulen feiern und seine frühe Pionierrolle auf diesem Gebiet erfolgreich demonstrieren.



Figur 5: Feldtest von Prototypen aus dem Projekt PV Foamglas beim ISAAC SUPSI: Vorgehängte PV-Testfassade (links), geklebte PV-Testfassade (rechts) (Bildquelle: Basler & Hofmann).

Pilot- und Demonstrationsprojekte

P&D-Projekte können sowohl Prozesse, Produkte als auch Anlagen umfassen. Im Bereich der P&D-Anwendungen stehen als Schwerpunkt neue Ansätze im Bereich der Photovoltaik Gebäudeintegration im Vordergrund. Typische Themen sind hier der Unterbau und das Montagesystem, der Aufbau des Solarmoduls, ein hoher Integrationsgrad oder Zusatzfunktionen am Bau. Photovoltaik-Indachsysteme übernehmen neben der Stromproduktion die Funktion der Wasser führenden Dachhaut. Eine wichtige Aufgabe von P&D-Projekten ist zudem die Erfolgskontrolle von neuen Produkten und Konzepten in der Praxis (Figur 4).

Das ISAAC an der SUPSI hat zum Thema der Photovoltaik-Gebäudeintegration einen Schwerpunkt gesetzt und

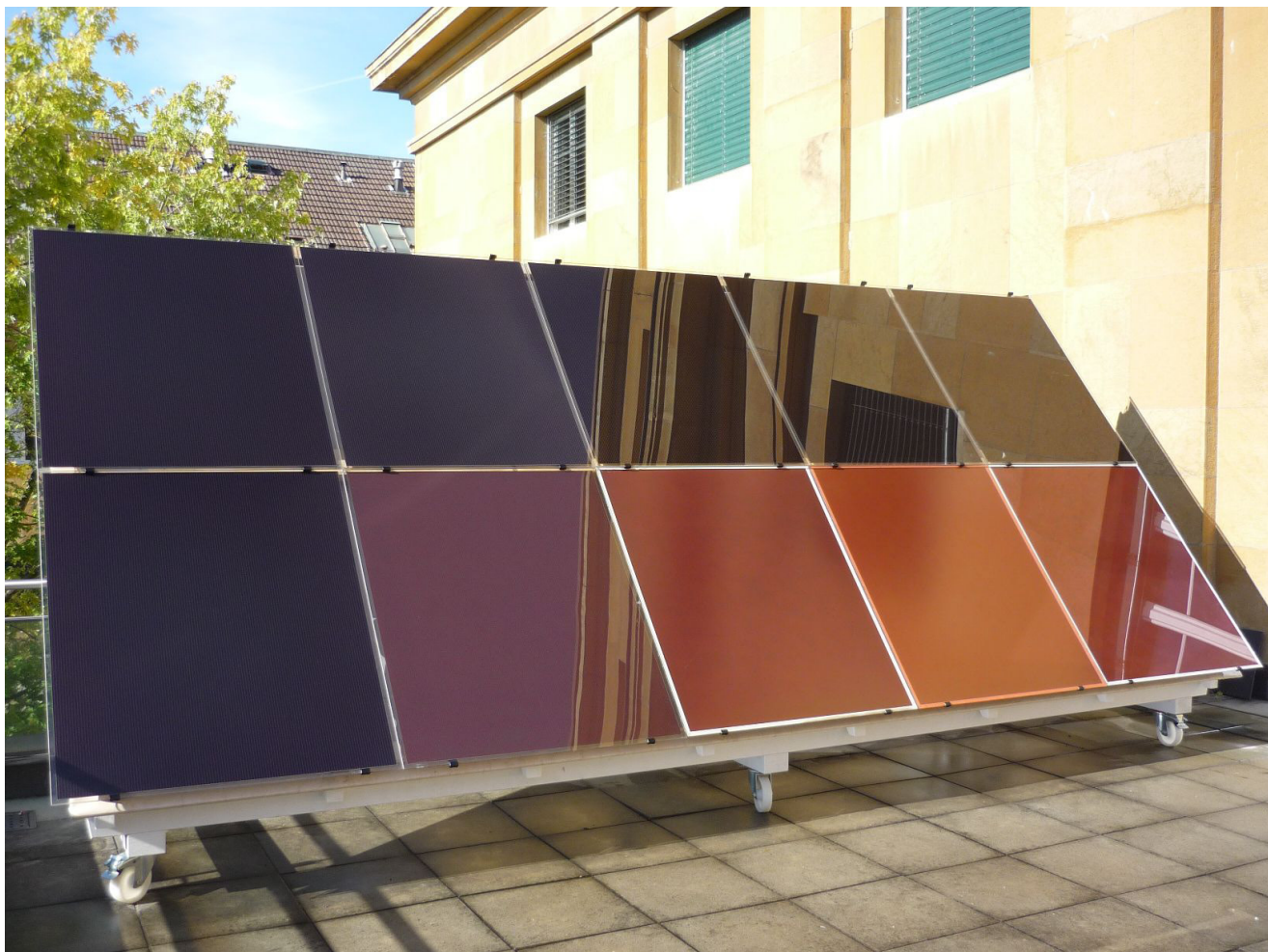
erarbeitet in mehreren übergreifenden Projekten umfassende Analysen und Lösungsansätze. Dieses Wissen wird im BRENET-Netzwerk (Nationales Kompetenznetzwerk Gebäudetechnik und Erneuerbare Energien) weiter entwickelt. Mit der Homepage www.bipv.ch werden aktuelle Produkte und Lösungen einem breiten Publikum vorgestellt.

Ästhetische und funktionale Gebäudeintegration

Die folgenden Beispiele von P&D-Projekten stellen aktuelle Ansätze der PV-Gebäudeintegration dar, bei welchen funktional und ästhetisch neue, sowie

wirtschaftlich aussichtsreiche Lösungen erarbeitet und in der Praxis getestet werden.

Im BFE-Projekt PV-Foamglas geht es darum, dass die Photovoltaikmodule neben der Stromproduktion und der Funktion der Dachhaut auch die Wärme- und Schalldämmung übernehmen. Dieser Ansatz stellt insbesondere in Bezug auf das thermische Verhalten der Photovoltaikanlage eine Herausforderung dar. Hierzu erarbeiten die Partner Basler & Hofmann und Pittsburgh Corning Schweiz geeignete Lösungen, welche anschliessend in einer Demonstrationsanlage realisiert werden sollen. Im Berichtsjahr wurden konkrete technische Lösungen des geklebten Verbunds zwischen Glas-Glasmodulen und dem



Figur 6: Erste Prototypen von farbigen Dünnschicht-PV-Modulen aus dem Projekt Archinsolar (Bildquelle: PV-Lab, EPFL).

Foamglas-Dämmstoff realisiert und klimatisch wie in Bezug auf die Haftung geprüft (Figur 5). In einem ersten Feldtest wurden Fassadenelemente mit und ohne Dämmstoff in Bezug auf die elektrische Produktion und Performance verglichen. Diese ersten Erkenntnisse sollen in einer grösseren Pilotanlage weiter vertieft werden.

Einen grundlegenden Ansatz verfolgt das P&D-Projekt Archinsolar, welches verschiedene Partner und Förderorganisationen (BFE, SwisselectricResearch, SIG, CCEM) vereint. Es geht darum, Silizium-Dünnschichtsolarmodule mittels kolorierten Interferenzfiltern so zu gestalten, dass unterschiedliche Farben möglich werden (Figur 6). Damit soll eine neue und energetisch effizientere

Art der Farbgebung von Solarmodulen erzielt werden. Im Berichtsjahr wurden verschiedene farbige und grossflächige Demonstrationsmodule sowie Dachziegel hergestellt. Dabei wurde der Verbundaufbau variiert und in Bezug auf Materialien, Funktionalität, Haftung, Dichtheit, Kosten sowie Umweltaspekte analysiert.

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 weiter intensiviert werden, sowohl in neuen Projekten mit Unterstützung der KTI, als auch in der Form von direkten Mandaten der Industrie an ausgewählte Forschungsinstitute. Als wichtigstes neues Element ist das CSEM Photovoltaik-Kompetenzzentrum zu erwähnen, welches anfangs 2013 seinen Betrieb aufnimmt. Es soll die industriennahe Forschung mit allen wichtigen Schweizer Photovoltaik-Kompetenzzentren nachhaltig stärken.

Auf Programmebene wurde die Zusammenarbeit mit vielen Stellen des Bundes, der Kantone und der Elektrizitätswirtschaft weiter gepflegt. Auf der strategischen Ebene wurde die Umsetzung des neuen Forschungskonzeptes der Eidgenössischen Energieforschungskommission (Commission fédérale pour la recherche énergétique CORE) 2013–2016 [8] vorbereitet. Hierzu soll auch der im Entwurf bestehende Masterplan Photovoltaik weiter voran getrieben werden. Mit dem Aktionsplan Koordinierte Energieforschung, dem erwähnten CSEM Photovoltaik-Kompetenzzentrum mit Unterstützung des Bundes und der Erhöhung der BFE-Mittel für P&D-Projekte haben sich wesentliche Randbedingungen für die beschleunigte Entwicklung und Umsetzung der Forschung positiv entwickelt.

Internationale Zusammenarbeit

Die institutionelle Zusammenarbeit innerhalb der IEA, der IEC und der europäischen Netzwerkprojekte 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 2012 waren es 21 Projekte im 7. Rahmenforschungsprogramm der EU bzw. zwei Grundlagen-Projekte mit Unterstützung des European Research Council.

Die Beteiligung am Photovoltaikprogramm der IEA (Implementing Agreement PVPS) wurde im Berichtsjahr fortgesetzt, sowohl auf der Projektebene als auch im Executive Committee (ExCo) [9]. Im Berichtsjahr wurde die 4. Phase dieses Programms abgeschlossen und für die 5. Phase eine neu ausgerichtete Strategie erarbeitet.

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 2011 [10] ausgearbeitet. Auf dieser Grundlage wurde die 17. Ausgabe des jährlichen internationalen Berichtes (Trends Report) über die Marktentwicklung der Photovoltaik in den IEA-Ländern erstellt [11].

Im Rahmen der interdepartementalen (SECO, DEZA, BAFU, BFE) REPIC Plattform zur Förderung der erneuerbaren Energien und der Energieeffizienz in der internationalen Zusammenarbeit [12] leistet das Beratungsunternehmen 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. Im Berichtsjahr wurde dazu

unter Schweizer Leitung eine neue Publikation mit Empfehlungen zur Nachhaltigkeit von solaren Wasserversorgungsprojekten fertiggestellt [13].

ESU Services bzw. die im Berichtsjahr daraus heraus gegründete Treeze 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.

TNC vertritt die Schweiz im IA PVPS Task 13 zu Performance und Zuverlässigkeit von Photovoltaikanlagen, welcher in der Schweiz durch den IEA PVPS Pool (aktuell getragen von ewz., Gesellschaft Mont Soleil und Swissolar) gefördert wird. Im Berichtsjahr hat TNC eine internationale Datenbank für Photovoltaik bereitgestellt, mit welcher weltweit Erfahrungen und Resultate aus vermessenen Photovoltaik-Anlagen gesammelt und analysiert werden können [14]. Im Projekt werden zudem Methoden zur Charakterisierung und normierten Messung von Photovoltaikmodulen entwickelt sowie entsprechende Erfahrungen, z. B. zu Fehlverhalten von Modulen, ausgetauscht. In diese Aktivität ist auch das ISAAC SUPSI mit seinen relevanten Aktivitäten eingebunden. An der 27. Europäischen Photovoltaik Konferenz in Frankfurt fand dazu ein vielbeachteter Workshop statt.

Eine Arbeitsgruppe unter Leitung von Planair vertritt die Schweiz im IA PVPS Task 14 zur hohen Penetration von PV-Anlagen in elektrischen Netzen. Auch dieser Schweizer Beitrag wird durch den IEA PVPS Pool unterstützt. Das Projekt gewinnt aufgrund des starken Wachstums der Photovoltaik in einzelnen Ländern bzw. Regionen rasch an Bedeutung

und stösst damit auf grosses internationales Interesse. Erste Projektergebnisse betreffen hier Vorhersagemodelle und Fallstudien zu hoher Photovoltaik-Netzpenetration.

Das Unternehmen Meteotest und die Groupe Energie an der Universität Genf erbringen zusammen den Schweizer Beitrag zum Task 46 Solar resource assessment and forecasting. Task 46 folgt dem ähnlichen Task 36 und ist Bestandteil des IA Solare Wärme und Kälte (SHC) der IEA [15], 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 werden die Auswirkungen von Strahlungsänderungen und Vorhersagen auf die solare Energieproduktion bei hoher Dichte von Solaranlagen sowie die Verfügbarmachung der entsprechenden Daten bearbeitet.

Ähnlich erfolgt im Task 41 [16] 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. Dieses Vorhaben wurde im Berichtsjahr abgeschlossen.

Basler & Hofmann vertritt die Schweiz im Auftrag von Swissolar im TC 82 der IEC zu Photovoltaik-Normen [17].

Das von verschiedenen Ländern seit 2010 selbst getragene Projekt PV-ERA-Net, welches Programmkoordinationsstellen und verantwortliche Ministerien unter dem ERA-Net-Schema zusammengeführt hatte, wurde am Ende des Berichtsjahrs durch das neue SOLAR-ERA.NET Projekt [18] abgelöst. Dieses neue EU-Projekt umfasst neben der Photovoltaik auch die konzentrierende solarthermische Energie und soll die Umsetzung der Solar Europe Industry Initiative unterstützen. Das Projekt umfasst rund 20 nationale und regionale Forschungs- und Innovationsprogramme. Das Projekt wird durch die Schweiz (Programmleitung *Photovoltaik*) koordiniert.

Die Schweiz ist zudem in der Europäischen Photovoltaik-Technologie-Plattform sowohl im Steuerungsausschuss, als auch in der Mirror Group vertreten [19].

Referenzen

[1] *Forschung für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung, Das 6. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung, BMWi (2011).*

[2] *SunShot Vision Study, US DOE (2012).*

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

[4] *Grundlagen für die Energiestrategie des Bundesrates, BFE (2011).*

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

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

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

[8] *Konzept der Energieforschung des Bundes 2013 bis 2016, CORE/BFE (2012).*

[9] *IEA Implementing Agreement for a co-operative programme on photovoltaic power systems, IEA PVPS (www.iea-pvps.org).*

[10] *National Survey Report of PV Power Applications in Switzerland 2011, BFE (2012).*

[11] *Trends in Photovoltaic Applications, Survey Report of selected IEA countries between 1992 and 2010, IEA-PVPS T1-21 (2012).*

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

[13] *Policy Recommendations to Improve the Sustainability of Rural Water Supply Systems, IEA-PVPS T9-11 (2011).*

[14] *IEA PVPS Task 13 Performance and Reliability of Photovoltaic Systems (www.iea-pvps.org).*

[15] *IEA SHC Task 46 Solar Resource Assessment and Forecasting (<http://task46.iea-shc.org/>).*

[16] *IEA SHC Task 41 Solar Energy and Architecture (<http://task41.iea-shc.org/>).*

[17] *IEC TC 82 Solar photovoltaic energy systems (www.iec.ch).*

[18] *ERA-NET on Solar Electricity for the Implementation of the Solar Europe Industry Initiative (www.solar-era.net).*

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

Laufende und im Berichtsjahr abgeschlossene Projekte

(* IEA-Klassifikation)

- THIN LAYERS FOR HIGH-EFFICIENCY SILICON SOLAR CELLS THROUGH IDEAL COUPLING OF INDIVIDUAL COMPONENTS**

Lead: EPFL STI IMT-NE PV-LAB

Contact: Ballif Christophe christophe.ballif@epfl.ch

Abstract: The project focuses on the increase in efficiency of thin film silicon devices, and also contributes to developments that can be implemented for high efficiency crystalline heterojunction solar cells. The final objective is to bring new findings to the research field that provides new routes for increased module efficiencies for similar costs, without impacting the reliability.

R&D (1a) 3.1.2*

Funding: BFE

Period: 2012–2014
- DEMONSTRATION OF HIGH PERFORMANCE PROCESSES AND EQUIPMENTS FOR THIN FILM SILICON PHOTOVOLTAIC MODULES (PEPPER)**

Lead: EPFL STI IMT-NE PV-LAB

Contact: Ballif Christophe christophe.ballif@epfl.ch

Abstract: The FP7 EU PEPPER project aims at achieving high efficiency (11 %) micromorph (amorphous/microcrystalline silicon tandem) modules at low cost (CoO ≤ 0.5 €/Wp) while reducing the environmental impact of fabrication processes.

R&D (1a) 3.1.2

Funding: EU

Period: 2010–2013
- 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: EU

Period: 2008–2012
- IMPROVED MATERIAL QUALITY AND LIGHT TRAPPING IN THIN FILM SILICON SOLAR CELLS (SILICON_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: EU

Period: 2010–2012
- ACCELERATED DEVELOPMENT AND PROTOTYPING OF NANO-TECHNOLOGY-BASED HIGH-EFFICIENCY THIN-FILM SILICON SOLAR MODULES (FAST TRACK)**

Lead: EPFL STI IMT-NE PV-LAB

Contact: Ballif Christophe christophe.ballif@epfl.ch

Abstract: The main project goals are the development of innovative photovoltaic cell processes and their up-scaling to the level of pilot lines. These goals should be reached in terms of stable device efficiency higher than 14% and a prototype module with stable efficiency higher than 12 %.

R&D (1a) 3.1.2

Funding: EU

Period: 2012–2015
- 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: 2009–2013
- 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: 2008–2012

- **ZWEIDIMENSIONALE NANOSTRUKTUREN FÜR SILIZIUM-SOLARZELLEN** R&D (1a) 3.1.2
- Lead: PSI Paul Scherrer Institut Funding: BFE
- Contact: Gobrecht Jens jens.gobrecht@psi.ch Period: 2008–2012
- Abstract: Optical gratings can be used to increase the light absorption in thin film solar cells. 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 crossed gratings rigorously.
- **NOVEL REFLECTIVE LAYER ALLOWING A CONTROL OF THE QUALITY OF THE MICROCRYSTALLINE SOLAR CELL IN THIN FILM MICROMORPH DEVICES** R&D (1a) 3.1.2
- Lead: HE-ARC Funding: KTI
- Contact: Keppner Herbert herbert.keppner@he-arc.ch Period: 2011–2013
- Abstract: The project aims to create an innovative smoothing reflective layer SRL that will be inserted between the top and bottom cell of a Micromorph tandem device deposited on as-grown thick highly textured LPCVD ZnO layer.
- **HISOCEL: IMPROVEMENT OF FRONT CONTACTS MORPHOLOGY FOR ENHANCEMENT OF EFFICIENCY IN THIN FILM SILICON SOLAR CELLS** R&D (1a) 3.1.2
- Lead: CSEM Funding: KTI
- Contact: Dadras Massoud massoud.dadras@csem.ch Period: 2012–2013
- Abstract: The aim of this project is to improve the front contacts of tandem microcrystalline & amorphous silicon solar cells to reach an efficiency of 13% by producing denser and nearly defect free silicon layers.
- **HIGH EFFICIENCY TRIPLE JUNCTION THIN FILM SILICON SOLAR CELLS IMPLEMENTING AMORPHOUS SILICON GERMANIUM ALLOY (TRIGGER)** R&D (1a) 3.1.2
- Lead: EPFL STI IMT-NE PV-LAB Funding: KTI
- Contact: Ballif Christophe christophe.ballif@epfl.ch Period: 2012–2015
- Abstract: Advanced triple junction solar cell will be developed to further enhance the conversion efficiency of thin film silicon solar cells. High quality silicon germanium alloys will be synthesized on textured substrates, and implemented in the triple junction solar cells. Record devices will be developed on state-of-the-art substrates as well as on advanced electrodes.
- **20 PERCENT EFFICIENCY ON LESS THAN 100 µM THICK INDUSTRIALLY FEASIBLE C-SI SOLAR CELLS (20PLuS)** R&D (1b) 3.1.2
- Lead: EPFL STI IMT-NE PV-LAB Funding: EU
- Contact: Ballif Christophe christophe.ballif@epfl.ch Period: 2010–2013
- Abstract: The guiding principle of the 20PLuS 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.
- **ELECTROPLATED FRONT GRID FOR CRYSTALLINE SI HETERO JUNCTION SOLAR CELL** R&D (1b) 3.1.2
- Lead: NTB Funding: KTI
- Contact: Gutsche Martin martin.gutsche@ntb.ch Period: 2010–2012
- Abstract: The challenge of this project 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.
- **DEVELOPMENT OF THIN HIGH-EFFICIENCY LARGE-AREA INTERDIGITATED BACK CONTACT SILICON HETEROJUNCTION SOLAR CELLS FOR MASS PRODUCTION (HET-IBC)** R&D (1b) 3.1.2
- Lead: EPFL STI IMT-NE PV-LAB Funding: KTI
- Contact: Ballif Christophe christophe.ballif@epfl.ch Period: 2012–2014
- Abstract: The HET-IBC project aims at the development of an industrial process for the manufacture of high efficiency large-area interdigitated back contact silicon heterojunction solar cells on thin Si wafers. This type of device is amongst the most promising ones for ultra-high conversion efficiencies, low production costs and easier assembly into solar modules.

- **NODHID** R&D (1b) 3.1.2
- | | | | |
|-----------|--|----------|-----------------|
| Lead: | EPFL STI IMT-NE PV-LAB | Funding: | Axpo Naturstrom |
| Contact: | Ballif Christophe christophe.ballif@epfl.ch | Period: | 2011–2013 |
| Abstract: | Entwicklung von kristallinen Silizium-Solarzellen und -modulen mit höherem Wirkungsgrad und besserer Energieausbeute | | |
- **CIGS MULTI-STAGE INLINE DEMONSTRATION** R&D (1c) 3.1.2
- | | | | |
|-----------|---|----------|-----------|
| Lead: | EMPA Dübendorf | Funding: | BFE |
| Contact: | Tiwari Ayodhya N. ayodhya.tiwari@empa.ch | Period: | 2011–2013 |
| Abstract: | The goal of the project is to develop and demonstrate a CIGS deposition system where the innovative multi-stage co-evaporation process developed in the lab for small area substrates in static positions can be scaled up for coating on in-line moving large area substrates. | | |
- **HIPOCIGS – NEW CONCEPTS FOR HIGH EFFICIENCY AND LOW COST IN-LINE MANUFACTURED FLEXIBLE CIGS SOLAR CELLS** R&D (1c) 3.1.2
- | | | | |
|-----------|--|----------|-----------|
| Lead: | EMPA Dübendorf | Funding: | 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. | | |
- **NOVA-CI(G)S – NON-VACUUM PROCESSES FOR DEPOSITION OF CI(G)S ACTIVE LAYER IN PV CELLS** R&D (1c) 3.1.2
- | | | | |
|-----------|--|----------|-----------|
| Lead: | EMPA Dübendorf | Funding: | 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. | | |
- **ROLL-TO-ROLL MANUFACTURING OF HIGH EFFICIENCY AND LOW COST FLEXIBLE CIGS SOLAR MODULES (R2R-CIGS)** R&D (1c) 3.1.2
- | | | | |
|-----------|---|----------|-----------|
| Lead: | EMPA Dübendorf | Funding: | EU |
| Contact: | Tiwari Ayodhya N. ayodhya.tiwari@empa.ch | Period: | 2012–2015 |
| Abstract: | The aim of R2R-CIGS is to develop efficient flexible solar modules by implementing innovative cost-effective processes such that production costs below 0.5€/Wp can be achieved in large volume factories with annual capacity of 500MWp in future. | | |
- **DEVELOPMENT AND SCALE-UP OF NANOSTRUCTURED BASED MATERIALS AND PROCESSES FOR LOW COST HIGH EFFICIENCY CHALCOGENIDE BASED PHOTOVOLTAICS (SCALENANO)** R&D (1c) 3.1.2
- | | | | |
|-----------|--|----------|-----------|
| Lead: | SUPSI ISAAC | Funding: | EU |
| Contact: | Virtuani Alessandro alessandro.virtuani@supsi.ch | Period: | 2012–2015 |
| Abstract: | This project will exploit the potential of chalcogenide based thin film photovoltaic technologies for the development and scale-up of new processes based on nano-structured materials for the production of high efficiency and low cost photovoltaic devices and modules compatible with mass production requirements. | | |
- **DURSOL – EXPLORING AND IMPROVING DURABILITY OF THIN FILM SOLAR CELLS** R&D (1d) 3.1.2
- | | | | |
|-----------|---|----------|-----------|
| Lead: | EMPA | Funding: | diverse |
| Contact: | Nüesch Frank frank.nuesch@empa.ch | Period: | 2011–2013 |
| Abstract: | The project's objectives are focused towards the understanding of fundamental degradation phenomena in thin film solar cells and enhancement of lifetime. | | |

- **NEUARTIGE SENSIBILISATOREN FÜR FARBSTOFFSOLARZELLEN: SQUARAIN- UND HEPTAMETHINFARBSTOFFE 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.
- **DYE SENSITISED NANOCRYSTALLINE SOLAR CELLS** R&D (1d) 3.1.2
- Lead: EPFL ISIC-LPI Funding: diverse
- Contact: Graetzel Michael michael.graetzel@epfl.ch Period: 2000–
- Abstract: Key activities concerning dye sensitised nanocrystalline solar cells at EPFL.
- **ESCORT – EFFICIENT SOLAR CELLS BASED ON ORGANIC AND HYBRID TECHNOLOGY** R&D (1d) 3.1.2
- Lead: EPFL ISIC-LPI Funding: 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.
- **MOLESOL – ALL-CARBON PLATFORMS FOR HIGHLY EFFICIENT MOLECULAR WIRE-COUPLED DYE-SENSITIZED SOLAR CELLS** R&D (1d) 3.1.2
- Lead: EPFL ISIC-LPI Funding: 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 monolayers, linked with organic molecular wires to semiconducting thin film deposited on optically transparent substrates.
- **SANS – SENSITIZER ACTIVATED NANOSTRUCTURED SOLAR CELLS** R&D (1d) 3.1.2
- Lead: EPFL ISIC-LPI Funding: EU
- Contact: Graetzel Michael michael.graetzel@epfl.ch Period: 2011–2013
- Abstract: Plastic electronics and solution-processable inorganic semiconductors can revolutionise the photovoltaic industry due to their relatively easy and low cost processability (low embodied energy). The project aims at achieving significant progress in the materials for this type of solar cells.
- **FARBSTOFF-SOLARZELLEN AUF SEFAR PRÄZISIONSGEWEBEN** R&D (1d) 3.1.2
- Lead: EPFL ISIC-LPI Funding: KTI
- Contact: Graetzel Michael michael.graetzel@epfl.ch Period: 2012–2014
- Abstract: The project aims to enhance market readiness of dye sensitized solar cells (DSC) by developing electrodes based on transparent and conductive precision fabrics.
- **ORDERED INORGANIC-ORGANIC HYBRIDS USING IONIC LIQUIDS FOR EMERGING APPLICATIONS (ORION)** R&D (1d) 3.1.2
- Lead: Solaronix SA Funding: 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.

● **FIRST PRINCIPLES SIMULATIONS OF THE ELECTRON DYNAMICS IN DYE SENSITIZED SOLAR CELLS** R&D (1d) 3.1.2

Lead: ETH Zürich

Funding: SNF

Contact: VandeVondele Joost

joost.vandevondele@mat.ethz.ch

Period:

2011–2016

Abstract: The research focus is on the development of new methods to enable ab initio molecular dynamics simulations of complex systems with modern density functional theory. New methods, implemented for massively parallel computers, are applied to a wide range of systems such as radicals in clusters and the condensed phase, surface physics, and interfacial systems such as dye sensitized solar cells.

● **MESOLIGHT – MESOSCOPIC JUNCTIONS FOR LIGHT ENERGY HARVESTING AND CONVERSION** R&D (1d) 3.1.2

Lead: EPFL

Funding: EU

Contact: Vaccaro Luciana

luciana.vaccaro@epfl.ch

Period:

2010–2015

Abstract: Research will focus on the generation of electric power by mesoscopic solar cells. The target is to increase the photovoltaic conversion efficiency from currently 11 to over 15 percent rendering these new solar cells very attractive for applications in large areas of photovoltaic electricity production.

● **UPCON – ULTRA-PURE NANOWIRE HETEROSTRUCTURES AND ENERGY CONVERSION** R&D (1d) 3.1.2

Lead: EPFL

Funding: EU

Contact: Vaccaro Luciana

luciana.vaccaro@epfl.ch

Period:

2010–2014?

Abstract: This proposal is devoted to the synthesis of ultra pure semiconductor nanowire heterostructures for energy conversion applications in the photovoltaic domain.

● **TRANSPARENT ELECTRODES FOR LARGE AREA, LARGE SCALE PRODUCTION OF ORGANIC OPTOELECTRONIC DEVICES** R&D (1d) 3.1.2

Lead: EMPA Dübendorf

Funding: EU

Contact: Nüesch Frank

frank.nuesch@empa.ch

Period:

2011–2015

Abstract: TREASURES will demonstrate the production of large area organic electronics using high throughput manufacturing technologies based on roll-to-roll (R2R) wet deposition processes.

● **NUMERICAL SIMULATION, DESIGN AND FABRICATION OF EXTREMELY THIN ABSORBER SOLAR CELLS** R&D (1d) 3.1.2

Lead: ZHAW, EMPA Thun

Funding: BFE

Contact: Loeser Martin

loma@zhaw.ch

Period:

2011–2012

Abstract: This joint research focuses on combining both numerical and experimental methods to analyze and improve the optical efficiency of extremely thin absorber (ETA) solar cells.

● **CARACTÉRISATION DES MODULES PHOTOVOLTAÏQUES À COLORANT DE L'ENTREPRISE G2E (SWISS SOLAR POWER)** R&D (1d) 3.1.2

Lead: HEIG-VD

Funding: BFE

Contact: Affolter Jean-François

jean-francois.affolter@heig-vd.ch

Period:

2012–2014

Abstract: A solar simulator for measuring the performance of solar panels based on dye sensitised solar cells is going to be realized. The panels will be installed in real conditions and monitored over a complete year, in order to characterize and have the necessary perspective on this new technology and product.

● **NANOSPEC – NANOMATERIALS FOR HARVESTING SUB-BAND-GAP PHOTONS VIA UPCONVERSION TO INCREASE SOLAR CELL EFFICIENCIES** R&D (1e) 3.1.2

Lead: Universität Bern, Dep. Chemie & Biologie

Funding: 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.

- **NANODESIGNED ELECTROCHEMICAL CONVERTER OF SOLAR ENERGY INTO HYDROGEN HOSTING NATURAL ENZYMES OR THEIR MIMICS (SOLHYDROMICS)** R&D (1e) 3.1.2
- Lead: Solaronix SA Funding: EU
- Contact: Meyer Toby toby.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 XSCs.
- **INNOVASOL – INNOVATIVE MATERIALS FOR FUTURE GENERATION EXCITONIC SOLAR CELLS** R&D (1e) 3.1.2
- Lead: Solaronix SA Funding: 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.
- **OPTIMIZED METHODS FOR INCREASED PERFORMANCE PHOTOVOLTAIC CELLS BY NANOPARTICLES INTEGRATION (OPTINOGEN)** R&D (1e) 3.1.2
- Lead: EIA-FR Funding: Sciex
- Contact: Niederhaeuser Elena Lavinia Elena-Lavinia.Niederhaeuser@hefr.ch Period: 2011–2013
- Abstract: The project targets the optimization and the development of new improved methods for enhancing of the overall performance and stability of nanocomposite solar cells (NSC) by introducing new physical principles.
- **DIAMOND: DISCOVERY AND INSIGHT WITH ADVANCED MODELS OF NANOSCALE DIMENSIONS** R&D (1e) 3.1.2
- Lead: ETH Zürich Funding: ERC
- Contact: VandeVondele Joost joost.vandevondele@mat.ethz.ch Period: 2011–2016
- Abstract: Generating knowledge about new materials and obtaining insight in their properties at the nano-scale level are highly relevant to the scientific objectives of the EU. Here, it is proposed to advance the current state of the art in atomistic modeling of complex systems. The goals are providing and establishing new tools that will allow for the description of large multi-component/multi-phase systems at experimental temperature and pressure with predictive power and controlled error.
- **ENTWICKLUNG NEUARTIGER POLYMERE FÜR DIE POLYMERPHOTOVOLTAIK** R&D (1e) 3.1.2
- Lead: ZHAW -ICBC Funding: diverse
- Contact: Hinderling Christian hicr@zhaw.ch Period: 2010–2012
- Abstract: Projektziel ist die Herstellung und Erprobung von neuartigen Polymeren für den Einsatz in Polymersolarzellen. Geeignete Polymere enthalten Cyaninfarbstoffe als aktive Komponente und zeichnen sich insbesondere dadurch aus, dass sie sich aus einer Lösung heraus z.B: durch spin-coating verarbeiten lassen. Ein weiteres Projektziel ist die Erprobung solcher Polymere in homo-junction devices.
- **PYRITE-BASED SOLAR CELL** R&D (1e) 3.1.2
- Lead: HE-ARC Funding: diverse
- Contact: Keppner Herbert herbert.keppner@he-arc.ch Period: 20010–2012
- Abstract: The overall objective of this project is the achievement of a "diode kind" behavior of a full <p>pyrite / <n> ZnO heterojunction device ready for electronic characterization (current-voltage, spectral response, etc.) and further optimization.
- **LIGHT-IN, LIGHT-OUT: CHEMISTRY FOR SUSTAINABLE ENERGY TECHNOLOGIES (LILO)** R&D (1e) 3.1.2
- Lead: Uni Basel (Institut für Anorganische Chemie) Funding: ERC
- Contact: Constable Edwin Charles Edwin.Constable@unibas.ch Period: 2011–2016
- Abstract: The project is concerned with a coordinated approach to the development of of novel chemical strategies for light harvesting by photovoltaic cells and light generation using light emitting electrochemical cells.

● **ENTWICKLUNG VON LUMINESZENZKONZENTRATOREN**

R&D (1e) 3.1.2

Lead:	ZHAW IEFE	Funding:	diverse
Contact:	Brühwiler Dominik dominik.bruehwiler@zhaw.ch	Period:	2011–2015
Abstract:	Das hier untersuchte Konzept von Lumineszenzkonzentratoren baut auf der Grundlage der Förster Resonance Energy Transfer (FRET) Frequenzverschiebung auf. Hierzu werden geeignete Materialien mit den gewünschten Eigenschaften entwickelt.		

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

P&D (2a) 3.1.2

Lead:	CSEM	Funding:	BFE, SER, CCEM
Contact:	Perret-Aebi Laure-Emmanuelle laure-emmanuelle.perret@csem.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).		

● **NOVEL PRODUCTION EQUIPMENT FOR NOVEL PHOTOVOLTAIC MODULE DESIGNS USING NEW ENCAPSULANTS**

R&D (2a) 3.1.2

Lead:	EPFL STI IMT-NE PV-LAB	Funding:	KTI
Contact:	Ballif Christophe christophe.ballif@epfl.ch	Period:	2012–2014
Abstract:	The main target of this project is the development and the market launch of novel laminating lines optimized for the production of PV modules based on novel module designs using new encapsulants.		

● **ADVANCED LASERS FOR PHOTOVOLTAIC INDUSTRIAL PROCESSING ENHANCEMENT (ALPINE)**

R&D (2a) 3.1.2

Lead:	Oclaro (Switzerland) AG	Funding:	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.		

● **PRODUKTENTWICKLUNG SOLAR DEVICE**

R&D (2a) 3.1.2

Lead:	NTB	Funding:	KTI
Contact:	Gutsche Martin martin.gutsche@ntb.ch	Period:	2010–2012
Abstract:	In diesem Projekt wird die Technologie der hocheffizienten textilen Photovoltaik bis zur Produktionsreife weiterentwickelt. Diese Produktentwicklung wird die Markteinführung von textiler Photovoltaik beschleunigen.		

● **TEXTILE PHOTOVOLTAICS: INTEGRATION OF MINIATURIZED SOLAR MODULES ON TEXTILES BY EMBROIDERY TECHNIQUES**

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, vollflexible Flächegebilde mit photovoltaischer Funktion zu erzeugen.		

● **LOW-COST PV BITUMINOUS-MODIFIED ROOFING MEMBRANE WITH FULL INTEGRATION OF FLEXIBLE THIN-FILM SILICON PV MODULES (PV-GUM)**

R&D (2a) 3.1.2

Lead:	VHF Technologies SA	Funding:	EU
Contact:	Fischer Diego diego.fischer@flexcell.com	Period:	2010–2013
Abstract:	The PV-GUM project aims at developing new manufacturing technologies and equipments which will produce a low cost highly efficient flexible BIPV solar cell on a bituminous roofing membrane.		

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

Lead: EPFL STI IMT-NE PV-LAB

Contact: Ballif Christophe christophe.ballif@epfl.ch

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.

R&D (2b) 3.1.2

Funding: KTI

Period: 2010–2012

- OPTIMIZATION OF THIN FILM MODULE TESTING AND PV MODULE ENERGY RATING AT SUPSI**

Lead: SUPSI ISAAC

Contact: Friesen Gabi gabi.friesen@supsi.ch

Abstract: This project aims to improve the measurement accuracy for thin film technologies through the definition of new test procedures and the up-grade of the test equipment.

R&D (2c) 3.1.2

Funding: BFE

Period: 2011–2014

- DEFEKTANALYSEN AN PV MODULEN MIT ELEKTROLUMINISENZAUFNAHMEN UND DEREN KLASSIFIZIERUNG**

Lead: SUPSI ISAAC

Contact: Friesen Thomas thomas.friesen@supsi.ch

Abstract: The project aims to improve the quality control of PV module production. The quality control is performed after the soldering of the string and before the lamination process. This step allows the repair of strings with soldered cracked cells replacing them with new ones and the final quality of the PV module increase.

R&D (2c) 3.1.2

Funding: KTI

Period: 2011–2012

- PHOTOVOLTAIK IM VERBUND MIT DÄMMSTOFF FOAMGLAS**

Lead: Basler & Hofmann AG

Contact: Bucher Christof christof.bucher@baslerhofmann.ch

Abstract: The scope of this project is the development and realisation of building integrated photovoltaic (BIPV) including the feature of thermal insulation. A pilot plant with modules combined of photovoltaic modules and Foamglas insulation shall be build.

P&D (2d) 3.1.2

Funding: BFE

Period: 2010–2013

- SOLAR BRICK: INNOVATIVE PHOTOVOLTAIC AND THERMAL INSULATING BUILDING MATERIALS**

Lead: SUPSI ISAAC

Contact: Rudel Roman roman.rudel@supsi.ch

Abstract: The goal of this project is to develop a photovoltaic and thermal insulating building material and in parallel to plan and construct a prototype installation including said material.

R&D (2d) 3.1.2

Funding: KTI

Period: 2011–2013

- PV-CARPORTS PUBLIKUMSWIRKSAME PHOTOVOLTAIKANLAGE**

Lead: ZHAW IEFE

Contact: Baumgartner Franz franz.baumgartner@zhaw.ch

Abstract: Es wird die Nutzung von mit Photovoltaik überdachten Parkplätzen im Zusammenhang mit der Elektromobilität untersucht. Anhand von konkreten Fallstudien wird das Potenzial dieser Anwendung abgeschätzt.

P&D (2d) 3.1.2

Funding: diverse

Period: 2011–2012

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

Lead: VHF Technologies SA

Contact: Fischer Diego diego.fischer@flexcell.com

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.

P&D (2d) 3.1.2

Funding: BFE

Period: 2009–2012

● **LANGZEIT-MESSUNG VON PV-ANLAGEN**

R&D (3) 3.1.2

Lead:	BFH Burgdorf	Funding:	KTI
Contact:	Muntwyler Urs urs.muntwyler@bfh.ch	Period:	2012–2016
Abstract:	Das PV Labor führt Langzeit-Messungen an unterschiedlichen PV-Anlagen durch und dokumentiert damit das längerfristige Verhalten dieser Anlagen.		

● **PHOTOVOLTAÏQUE ET NEIGE: HORIZON DES SOLUTIONS POUR L'INSTALLATION SUR LES TOITS DANS LES RÉGIONS ENNEIGÉES**

P&D (3) 3.1.2

Lead:	Planair SA	Funding:	BFE
Contact:	Perret Lionel lionel.perret@planair.ch	Period:	2011–2014
Abstract:	Seven different photovoltaic fields and three snow clearing solutions were implemented. Measures on different parameters such as production and consumption of each field will occur during the winters of 2012, 2013 and 2014. The evaluation of the measures will enable to determine snow impact and compare different photovoltaic technologies and snow clearing solutions.		

● **POTENTIAL VON PHOTOVOLTAIK AN SCHALLSCHUTZWÄNDEN ENTLANG DER NATIONALSTRASSEN (ASTRA)**

R&D (3) 3.1.2

Lead:	TNC Consulting AG	Funding:	ASTRA
Contact:	Nordmann Thomas nordmann@tnc.ch	Period:	2010–2013
Abstract:	Das Projekt prüft das Anwendungspotential der Kombination von Photovoltaik und Schallschutz ausgehend vom kurz- und mittelfristigen Realisierungsumfang bestehender und neuer Schallschutzvorhaben in der Schweiz entlang von Nationalstrassen.		

● **MOBILES PV MESSSYSTEM**

P&D (3) 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.		

● **ALTERNATIVE AUFSTÄNDERUNG FÜR PV-MODULE**

R&D (3) 3.1.2

Lead:	ZHAW	Funding:	KTI
Contact:	Koller Christoph kolc@zhaw.ch	Period:	2011–2012
Abstract:	The world's first solar ski lift has a 60 kW PV system that is tracked in one axis. The robust design of the mechanical system requires less material than usual: less than 100kg of steel per kW nominal PV module. To achieve this goal the steel cables function as the support structure for the PV modules.		

● **PV TESTANLAGE DIETIKON**

P&D (3) 3.1.2

Lead:	ZHAW IEFE	Funding:	diverse
Contact:	Baumgartner Franz franz.baumgartner@zhaw.ch	Period:	0
Abstract:	Die Arbeiten an der PV Testanlage EKZ Dietikon wurden weitergeführt, mit der jährlichen Flasher Messungen aller etwa hundert Module mit dem EKZ ZHAW Flasherbus und der Auswertung der Feinanalyse des Netzgekoppelten Systems. Dabei wurde in diesem Jahr der Fokus auf die DC und AC Performance der Inverter, die Gewichtungsfaktoren des Euro-Wirkungsgrades, aber auch den Wirkungsgradverlaufes an klaren und bewölkten Tagen für die fünf unterschiedlichen PV Modultechnologien gelegt.		

● **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:	2010–2013
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.		

- **DIGITALER LICHTBOGENDETEKTOR FÜR PV-WECHSELRICHTER** R&D (3) 3.1.2
- Lead: BFH Burgdorf Funding: KTI
- Contact: Muntwyler Urs urs.muntwyler@bfh.ch Period: 2012
- Abstract: In diesem Projekt besteht die Innovation in der Entwicklung eines digitalen Lichtbogen-Detektionsalgorithmus und der Industrialisierung eines Lichtbogendetektors für dessen Integration in einen Wechselrichter.
- **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: 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.
- **POTENTIALANALYSE HYBRIDE PV-ANLAGE MIT THERMISCHER NUTZUNG** R&D (4) 3.1.2
- Lead: NTB Funding: KTI
- Contact: Bertsch Stefan stefan.bertsch@ntb.ch Period: 2011–2012
- Abstract: Es soll eine Potenzialanalyse eines hybriden Sonnenkollektors zur parallelen Erzeugung von Strom über Photovoltaik und Warmwasser über Solarthermie erstellt werden. Der Fokus liegt in einem Mehrfachnutzen einer PV-Anlage mit einer Erdwärmensonden-Beheizung.
- **NORMENARBEIT FÜR PV SYSTEME** WTT (4) 3.1.2
- Lead: Basler & Hofmann AG Funding: BFE
- 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.
- **SCHWEIZER BEITRAG IEA PVPS TASK 1 – EXCHANGE AND DISSEMINATION OF INFORMATION ON PHOTOVOLTAIC POWER SYSTEMS** R&D (5) 3.1.2
- Lead: Nova Energie GmbH Funding: BFE
- Contact: Hüscher Pius pius.huesser@novaenergie.ch Period: 2012
- 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 – PV ENVIRONMENTAL HEALTH & SAFETY ISSUES** R&D (5) 3.1.2
- Lead: Treeze GmbH Funding: BFE
- Contact: Frischknecht Rolf frischknecht@treeze.ch Period: 2012
- 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.
- **SCHWEIZER BEITRAG IEA PVPS TASK 13 – PERFORMANCE AND RELIABILITY OF PV SYSTEMS** R&D (5) 3.1.2
- Lead: TNC Consulting AG Funding: IEA PVPS Pool
- Contact: Nordmann Thomas nordmann@tnc.ch Period: 2011–2012
- 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.

● **SCHWEIZER BEITRAG IEA PVPS TASK 14 – HIGH PENETRATION OF PV SYSTEMS IN ELECTRICITY GRIDS (SWISS CONTRIBUTION)**

R&D (5) 3.1.2

Lead: Planair

Funding: IEA PVPS Pool

Contact: Renaud Pierre pierre.renaud@planair.ch

Period: 2010–2014

Abstract: The main purpose of Task 14 is to analyze the role of grid connected PV as an important source in electric power systems on a high penetration level where additional efforts may be necessary to integrate the dispersed generation in an optimum manner. The aim of these efforts is to reduce the technical barriers to achieve high penetration levels of distributed renewable systems on the electric power system.

● **SCHWEIZER BEITRAG IEA SOLAR HEATING & COOLING PROGRAMME, TASK 46 – SOLAR RESOURCE MANAGEMENT**

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 46, Meteotest investigates the possibilities and quality of global radiation forecast, the trend of recent global radiation data and distribution of atmospheric aerosols.

