

Sondierung zur Positionierung eines F&E Schwerpunktes „Gebäudeintegrierte Photovoltaik – GIPV“ in Österreich

H. Fechner
M. Grosinger
G. Eder
S. Lins
F. Tragner

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

41/2013

Impressum:

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien
Leiter: DI Michael Paula

Liste sowie Downloadmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter
<http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

Sondierung zur Positionierung eines F&E Schwerpunktes „Gebäudeintegrierte Photovoltaik – GIPV“ in Österreich

Hubert Fechner, Matthias Grosinger
Technikum Wien

Gabriele Eder
OFI

Susanne Lins, Franz Tragner
Tatwort

Wien, Juni 2013

Ein Projektbericht im Rahmen des Programms



im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

Vorwort

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm *Haus der Zukunft* des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie.

Die Intention des Programms ist, die technologischen Voraussetzungen für zukünftige Gebäude zu schaffen. Zukünftige Gebäude sollen höchste Energieeffizienz aufweisen und kostengünstig zu einem Mehr an Lebensqualität beitragen. Manche werden es schaffen, in Summe mehr Energie zu erzeugen als sie verbrauchen („Haus der Zukunft Plus“). Innovationen im Bereich der zukunftsorientierten Bauweise werden eingeleitet und ihre Markteinführung und -verbreitung forciert. Die Ergebnisse werden in Form von Pilot- oder Demonstrationsprojekten umgesetzt, um die Sichtbarkeit von neuen Technologien und Konzepten zu gewährleisten.

Das Programm *Haus der Zukunft Plus* verfolgt nicht nur den Anspruch, besonders innovative und richtungsweisende Projekte zu initiieren und zu finanzieren, sondern auch die Ergebnisse offensiv zu verbreiten. Daher werden sie in der Schriftenreihe publiziert und elektronisch über das Internet unter der Webadresse www.HAUSderZukunft.at Interessierten öffentlich zugänglich gemacht.

DI Michael Paula
Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Vorwort des Projektteams

Photovoltaik (PV) ist ein international relevantes Technologiefeld, dem von allen Experten ein enormes Zukunftspotential vorausgesagt wird. Ambitionierte Angaben gehen von bis zu 40% des globalen Strombedarfes, das langfristig mittels Photovoltaik gedeckt werden kann, aus; die Österreichische PV Roadmap (Fechner et. al, 2007) geht für Österreich von 20% bis 2050 aus. Die neue EU Gebäude richtlinie die für Neubauten und Sanierung „nearly Zero Energy“ verlangt, wird dazu führen, dass PV am Gebäude zum Standard wird. Die Frage die sich damit einzig stellt ist, in welcher Form die Anbringung von PV erfolgen wird.

Um eine große gesellschaftliche Akzeptanz zu erreichen, wird es unabdinglich sein, PV ästhetisch in die Gebäude zu integrieren (GIPV-„Gebäudeintegrierte Photovoltaik“). Dies kommt auch der österreichischen Architektur-Tradition entgegen, wobei bei Altbau und Sanierung vielfach das Spannungsfeld auftreten wird, Altes mit Neuem zu kombinieren.

Mit einem GIPV Forschungs- und Innovations-Schwerpunkt könnte die Chance für Österreichs Industrie bestehen, eine Nische zu besetzen, die weltweit Chancen für bedeutende Exportmärkte eröffnet.

Derzeit gibt es die Tendenz, dass die Produktion der photovoltaischen Zellen- und Module aus Europa in asiatische Billiglohnländer abwandert. Für Standardprodukte wird dies auch schwer rückgängig zu machen sein, wenngleich steigende Löhne in China und die bei sinkenden Modulpreisen relativ steigenden Transportkosten auch diese Tendenz mittelfristig abschwächen dürften. Das Entstehen von spezifischen Produktionsnischen in Europa wird aber jedenfalls für sehr wahrscheinlich gehalten: speziell an lokale Marktgegebenheiten angepasste PV-Produkte werden vor Ort produziert werden; für GIPV, das sich an den regionalen Bauordnungen zu orientieren hat, trifft das eindeutig zu.

Derzeit steht die GIPV am Beginn, diverse Einzelobjekte existieren weltweit, jedoch besteht großes Potential hinsichtlich Produktentwicklung, -design und -optimierung sowie hinsichtlich bedeutender Kostendegressionen.

Bei IEA PVPS ist derzeit eine Task Force in Vorbereitung, die sich mit dem Thema BIPV („Building integrated PV“) beschäftigt. Experten von Europa (darunter Österreich), Japan und Nordamerika werden darin zusammenarbeiten. Damit ist eine Plattform installiert, die eine weitere Anbindung der österr. Überlegungen an die internationale PV Community sicherstellt.

In dieser Sondierungsstudie wird untersucht wie der „state of the art“ von GIPV derzeit ist, welche Ausgangsbasis für Österreichische Unternehmen besteht, diese Chance wahrzunehmen, und, bei einer positiven Bewertung, welche Maßnahmen seitens der öffentlichen Hand sinnvollerweise zu ergreifen sind, um diese Chance möglichst effizient wahrzunehmen.

Beginnend mit einer Definition von GIPV und allgemeinen Aspekten wird zuerst auf das Thema Altbestand/Sanierung eingegangen, dann der Neubau sowie PV-Dachgärten behandelt, um basierend auf diesen Ergebnissen eine Analyse der Möglichkeiten für die Österreichische Industrie durchzuführen, die in konkreten Empfehlungen für die österreichische Forschungs- und Innovationspolitik mündet.

Kurzfassung – deutsch

In dieser Studie wird untersucht, ob Technologien der Gebäudeintegrierten Photovoltaik (GIPV) am Standort Österreich international wettbewerbsfähig entwickelt und produziert werden können. Eine Analyse der derzeitigen Situation zeigt auf, dass die bestehenden Dachlandschaften oftmals aufgrund der komplexen Dachstruktur und Aufbauten eine große Herausforderung für den Einsatz von ästhetisch integrierter PV sind. Neue technische PV-Lösungen, die hohe Flexibilität in Trägermaterialien, Farben, Formen und Größen aufweisen, sind ebenso wie flexible Verschaltungskonzepte gefordert. Im großvolumigen Neubau sind innovative Aufdach-Installationen, Verschattungskonzepte, Fassadenintegration und PV Anlagen in Kombination mit Dachgärten wesentliche Themen. Die zusätzlichen Funktionen werden dabei speziell bei Aufdachlösungen nur ungenügend wahrgenommen.

Ziel sollte es sein, dass klassische Dach- und Fassaden-Elementehersteller gemeinsam mit der PV-Industrie integrierte, vorgefertigte und verkaufsfähige Fassaden- oder Dachbauteile entwickeln, die sämtliche Dach- bzw. Fassadenfunktionen wie Dämmung, Abdichtung, etc. erfüllen und zusätzlich durch Photovoltaik Strom erzeugen.

Für 2017 wird ein weltweiter Umsatz in der GIPV Branche von 2,4 Milliarden USD erwartet. Betreffend die mögliche Positionierung eines F&E Schwerpunktes zum Thema GIPV konnten viele Branchen und Industriezweige identifiziert werden, welche an der Wertschöpfung beteiligt sind. Aufgrund der Tatsache, dass es derzeit keine österreichischen Unternehmen in der Silizium –und Waferherstellung gibt, kann die österreichische Wirtschaft rund 75% der Gesamtwertschöpfung eines GIPV-Systems erbringen. Seitens der Forschung ist Österreich für den Themenkomplex GIPV gut aufgestellt, seitens der Wirtschaft gibt es einige bereits heute gut positionierte Unternehmen sowie einige Start-ups.

Die abschließende SWOT Analyse weist als Stärken den Bestand starker heimischer Industrien aus, die grundsätzlich für GIPV geeignet sind, sowie die aktive und über die Österreichische Technologieplattform Photovoltaik gut koordinierte Forschungs- bzw. Innovationsszene. Hohe Preisdifferenzen zur Standard PV, bestehende Normen und Baurichtlinien sowie fehlende Fördermaßnahmen für GIPV werden als Risiken angesehen. Markt-Förderungen für GIPV, die sich deutlich von den Förderungen für Standard-PV abheben, wirken extrem unterstützend, um neue F&E-Ergebnisse rasch in die Umsetzung bringen zu können.

Ein GIPV F&E-Schwerpunkt sollte breiter definiert werden, wobei neben Material/Zell/Modulforschung das Thema Licht und Energiemanagement im urbanen Raum, Entwicklung von Geschäftsmodellen und breite Schulungsmaßnahmen für alle Beteiligte empfohlen werden. Die Forcierung von GIPV-Demo-Projekten bis hin zu einem GIPV Breitentest mit umfassenden wissenschaftlichen Monitoring könnte den Innovationskreislauf durch Auswertung realisierter Projekte beschleunigen.

Summary

Aim of this study is to investigate if building integrated Photovoltaics (BIPV) can be developed and produced competitively in Austria.

Analysing the current situation shows the challenge for aesthetic PV lies in existing roofing structures, mainly due to the complexity of the roofs as well as frequently used superstructures.

New technical solutions showing high flexibility in backing materials, colours, shapes and sizes are needed as well as flexible concepts for module connection.

The main topics for larger new buildings are innovative roof-top installations, shading, facade- integration and roof gardens with PV. Multi-functionality is not reached frequently, especially at roof-top installations.

Established roof and façade-producer together with the PV industry should work on integrated, prefabricated PV facades and roof-elements, with the functionality of insulation, tightening, etc... additionally to the main purpose of PV elements, the production of electricity.

For 2017 a global turnover of 2,4 billion USD is expected for BIPV. Concerning the positioning of a R&D program for BIPV, many industries could be identified as possible participants in a BIPV value chain. Since there are no Austrian producers of solar silicon and cells, the Austrian industry can end up with a maximum of 75% of the total revenue of a BIPV system.

Research in Austria is well positioned for BIPV, there are some globally well performing industries and some start-up companies.

The final SWOT analysis shows as strengths the existence of a small but strong industry, which could theoretically work in BIPV, as well as the active and via the PV Technology platform well-coordinated PV innovation.

High price differences to standard PV, existing standards and building regulations as well as the lack of support measures for BIPV are seen as the main risks.

Market-subsidies, significantly higher than for standard PV, would be extremely supportive in order to put R&D results into practice.

A BIPV R&D program should be defined comprehensively: beside material/cell/module research the topic light and energy-management in the urban area, development of new business models as well as education and training for all stakeholders are recommended.

BIPV demo projects respectively a national BIPV-wide-range test with scientific monitoring would significantly accelerate the innovation circle.

Inhalt

Vorwort	2
0 Generelle Aspekte der GIPV	7
Rechtliche Rahmenbedingungen.....	9
a) Normen und Bauvorschriften in Europa.....	9
b) Normen und Bauvorschriften in Österreich.....	9
1 PV in historisch gewachsenen Dachlandschaften und anderen Bestandsdächern	10
1.1 Einleitung.....	10
1.2 “State of the art” GIPV in Bestandsdächern	11
1.3 Generelle Probleme beim Einsatz von PV im Altbau mit existierenden Technologien/verfügbaren Produkten.....	12
2 PV im (großvolumigen) Neubau auf Flachdachlandschaften und in der Fassadenintegration.....	19
2.1. Einleitung.....	19
2.2. Glas-Glas-Module.....	20
2.3. Rahmenlose Indach-Module.....	25
2.4. Dachabdichtung/Dachmembranen mit integrierter PV	27
2.5. Organische Solarzellen und DSC	28
2.6. Innovative Weiterentwicklungen	30
2.7. PV Verglasungen und Dachgärten	32
2.7.1. Dachgärten	32
2.7.2. Dachgarten und PV	36
2.8. Generelle Probleme beim Einsatz von PV in Neubauten auf Flachdächern und in der Fassadenintegration	42
2.9. Generelle Probleme beim Einsatz von PV bei Dachgärten	42
3. Analyse der möglichen Positionierung von GIPV als österreichischer. F&E Schwerpunkt, Empfehlungen zur Umsetzung.....	44
3.1 Einleitung.....	44
3.2. GIPV Markt-Perspektiven	44
3.3. Ausgangspunkt in Österreich.....	45
3.4. PV (GIPV)- Wertschöpfungskette und die Möglichkeit für Österreichische Unternehmen, sich darin zu positionieren	47
3.4.1. Einleitung	47
3.4.2. Die erste Stufe der Wertschöpfung: Siliziumproduktion.....	49

3.4.3. Zweite Stufe der Wertschöpfung: Waferherstellung.....	50
3.4.4. Dritte Stufe der Wertschöpfung: Zell- und Modulherstellung	50
3.4.5. Relevante aktuelle Aktivitäten in Österreich.....	51
3.5. Für PV bzw. GIPV relevante Branchen	52
3.5.1. Folgerungen aus der Branchenanalyse der IPVEA-Mitglieder für Österreich	55
3.6. SWOT - Analyse und Bedarfserhebung	56
3.6.1. Definition SWOT-Analyse	56
3.7. Entwicklung der grundsätzlich für die GIPV relevanten Branchen in Österreich	58
3.8 Analyse der Rahmenbedingungen, die förderlich bzw. dieser Entwicklung auch hinderlich sein können; Skizzierung von Maßnahmen, die mögliche Barrieren reduzieren	64
3.9. Vorschläge für einen österreichischen GIPV F&E Schwerpunkt	67
4. Schlussfolgerungen, Ausblick	73
5. Anhang	74
A1. Literatur	74
A2. Status Human Resources im Bereich GIPV	76
A3. Photovoltaik F&E Akteure in Österreich	78
A4. Aktuelle öffentlich finanzierte Photovoltaik Forschungsprojekte (Klima- und Energiefonds)	80

0 Generelle Aspekte der GIPV

Definition GIPV:

Ein Normungsprojekt, das bei CENELEC eingebracht wurde, hat für Europa einheitliche Mindestanforderungen für gebäudeintegrierte Photovoltaik (BIPV) zum Inhalt. Die unter deutscher Leitung stehende zuständige CLC/TC 82-Arbeitsgruppe hat ihre Arbeit weitestgehend abgeschlossen. Die Veröffentlichung der Europäischen Norm „PV-Systems on buildings“ ist für Anfang 2013 vorgesehen.

Im Entwurf zu dieser Norm findet sich folgende Definition:

„PV modules are considered to be building integrated, if the PV modules form a building component, providing a function as defined in the European Construction Product Directive CPD 89/106/EEC. Thus the BIPV Module is a prerequisite for the integrity of the buildings functionality. If the integrated PV module is dismantled (in the case of structurally bonded modules, dismantling includes the adjacent building component) the PV module would have to be replaced by an appropriate building component.

The building function in the context of BIPV is one or more of the following:

- *Mechanical rigidity and structural integrity*
- *Primary weather impact protection, rain snow, wind, hail*
- *Energy economy such as shading, daylighting, thermal insulation*
- *Fire protection*
- *Noise protection*

Inherent electro technical properties of PV such as antenna function, power generation and electro-magnetic shielding etc.. alone do not qualify PV modules as to be building integrated.

Die Fachgruppe „Photovoltaik in Gebäuden“ unter dem Dach des deutschen Bundesverbandes für Bausysteme e. V. beschreibt BIPV als eine architektonische, bauphysikalische und konstruktive Einbindung von PV-Elementen in die Gebäudehülle unter Berücksichtigung der multifunktionalen Eigenschaften des PV-Moduls. Multifunktionalität können dabei Witterungsschutz, Wärmedämmung, Abschattung, Ästhetik und Design sowie Sichtschutz, Schalldämmung, elektromagnetische Schirmdämpfung, Einbruchschutz, Lichtlenkung und -leitung sein.

Speziell für INDACH – Photovoltaik Anlagen gilt:

- *in der Ebene des Daches installiert und ersetzt ein konventionelles Dach, Sie gelten als architektonisch hochwertig, weil sie optisch gefällig in der Dachfläche liegen - also im Idealfall mit der Oberseite der übrigen Dachdeckung eine Ebene bilden. (Quelle: baulinks.de)*

Eine weitere interessante Definition aus dem anglo-amerikanischen Raum nimmt auf die Gebäude-Wertschöpfungskette Bezug:

GTM Research defines BIPV as building-integrated PV, which requires that the building team along the entire supply chain - including architects, building designers, engineers, building owners and utility companies - work together to design and build the photovoltaics into the building's very "skin" as an element, from the inception of the project onwards. BAPV, on the other hand, is defined as building-applied PV. In this process, the photovoltaics are a retrofit, added to the building after construction is completed. [Greentechmedia]

Für Mitteleuropa und Österreich im Speziellen - einem Land, in dem die freiliegenden Flächen hauptsächlich landwirtschaftlich genutzt werden - sehen Experten die potentiellen Installationsflächen für Photovoltaik-Anlagen überwiegend am Gebäude bzw. an anderswertig verbauten Strukturen. Da die Gebäude-Erneuerungsrate in Österreich aber nur etwa 1% beträgt, kommt auch dem Einbau von Photovoltaik an bzw. in bestehende Gebäude (Altbestand) ganz wesentliche Bedeutung zu, will man den Anteil von Strom aus erneuerbaren Energieträgern am Gesamtstromangebot deutlich erhöhen.

Bis jetzt installierte PV-Module wurden aber derzeit meist additiv in Form von Standardmodulen an Gebäuden und da v.a. auf Dachflächen angebracht: in Form von aufgeständerten Standard-Modulen auf Flachdächern bzw. „Auf-Dachlösungen“ von Standard PV-Modulen auf bestehende Schrägdächer (Abb.1).

Abbildung 1a und 1b PV Aufdachlösungen



Quelle: <http://www.aee.at/aee/images/Bilder-fuer-Zeitungen/2001-02/images/WOUTER02.jpg> und www.bergmann-dach.de

Allerdings ergeben diese Auf-Dach Lösungen oft ästhetisch fragwürdige Objekte, die langfristig und bei höherer Verbreitung – wie das z.B. in Bayern bereits beobachtet werden kann – optisch störend wirken und deshalb zu einer schlechten Akzeptanz dieser Technologie in der Gesellschaft führen kann (Abb.2)

Abbildung 2a und 2b aus Vortrag H. Fechner 10.österreichische PV-Tagung, 10.2012



Rechtliche Rahmenbedingungen

a) Normen und Bauvorschriften in Europa

In Europa sind Vorschriften für Bauteile in der Bauproduktenrichtlinie (CPD, 89/106/EEC) festgeschrieben. Die Anforderungen der CPD sollen folgende Aspekte gewährleisten:

- Mechanische Resistenz und Stabilität
- Sicherheit im Brandfall
- Hygiene, Gesundheit und Umwelt
- Sicherheit bei Gebrauch
- Lärmschutz
- Energie, Ökonomie und Wärmedämmung

Die Besonderheit von GIPV ist, dass diese sowohl elektrotechnischen als auch Bauvorschriften unterliegen. Eurocodes sind in dem Zusammenhang Konstruktionsvorschriften für Bauvorhaben des Bauingenieurwesens. Diese sind auf ganze Baustrukturen aber auch Strukturelemente anwendbar. Derzeit variieren Baunormen stark von Land zu Land. Es wird jedoch erwartet, dass zukünftig Eurocodes eine bedeutende Rolle bei der europäischen Ausschreibung für Bauprojekte spielen werden. Dadurch werden GIPV-Produkte ebenfalls den Eurocodes für Bauvorhaben unterliegen müssen.

Derzeit sind nicht alle existierenden Baunormen (Eurocodes) und elektrotechnischen Normen direkt für den Anwendungsfall der Gebäudeintegration geeignet. Eine spezifische BIPV-Norm mit entsprechend angepassten Normen wäre daher notwendig. Diese inkludieren Modul-Bruchtests, Brandtests und dynamische Belastungstests [Kampen, Boer, & Jol, 2009].

b) Normen und Bauvorschriften in Österreich

Die Entwicklung von PV-Elementen für GIPV unterliegt in Österreich ebenfalls komplexen rechtlichen Gegebenheiten: Die Zulassung von Bauteilen kann mehrere Jahre in Anspruch nehmen – alternativ können Einzelzulassungen durchgeführt werden. Die ÖNORM ÖVE/ÖNORM EN 50583 - Photovoltaik im Bauwesen behandelt die Themen rund um GIPV und enthält Verweise auf rund 57 EU-Normen.

Vor allem im Bereich der Mehrfamilienimmobilien stellt sich die Rechtslage in Österreich aus derzeitiger Sicht relativ problematisch dar. Eine Versorgung der Mieter mit Strom aus GIPV ist rechtlich derzeit nicht gedeckt. Um Strom an die einzelnen Mieter liefern zu können wären Subnetze oder aufwändige IT-basierte Messungen erforderlich. Bei der Allgemenstromversorgung kann PV derzeit ebenso nicht über die Betriebskosten abgerechnet werden. Aus diesen Rahmenbedingungen ergibt sich die Schlussfolgerung, dass bei geltender Rechtssituation GIPV vor allem für Einfamilienhäuser sowie Gewerbe/Industrie relevant ist.

GIPV-Anlagen unterliegen dem Baurecht. Mit einem steigenden Anteil der Integration werden auch die baurechtlichen Anforderungen an die Photovoltaikmodule umfassender – neben bundesrechtlichen gelten auch landesrechtliche Bestimmungen. Brandschutzvorschriften sind in den Landesbauordnungen sowie in DIN 4102 „Brandschutz im Hochbau“ und DIN EN 13 502 „Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem

Brandverhalten“ festgehalten. GIPV-Anlagen müssen zusätzlich den Vorschriften des Wärmeschutzes (DIN 4108) und Energiesparverordnungen (EnEV) entsprechen. Bei Schallschutzanforderungen gilt die DIN 4109. Zahlreiche weitere Normen regeln elektrotechnische Gegebenheiten und den Einsatz von Glas im Bauwesen [Fechner, Haas, & Kletzan-Slamanig, 2009].

1 PV in historisch gewachsenen Dachlandschaften und anderen Bestandsdächern

1.1 Einleitung

Vor allem für historisch gewachsene Städte wie z.B. Wien sind die einleitend erwähnten Installationslösungen nicht denkbar. Die optische und bauliche Integration der stromliefernden PV-Anlagen ins Gebäude sind hier gefordert. Erfolgreiche Verbindungen von modernen PV-Anlagen in historische Bauten existieren, sind jedoch seltene Einzelfälle wie z.B. in Abbildung 3 links visualisiert.

Abbildung 3a und 3b PV in historischen Bauten



Quelle: http://www.mine-temoin.fr/resources/medias/services.mairie-agglomeration/office.de_tourisme.d.ales/office-tourisme-ales-02.jpg/grand und http://www.nachhaltigwirtschaften.at/nw_pdf/0307_task7.pdf

Darüber hinaus gilt bei historischen Bauten noch oftmals die Regel, dass die PV nur dann genehmigt wird, wenn sie nicht sichtbar ist. Ein Beispiel dafür ist in Abbildung 3, rechts, dargestellt: Dach der evangelischen Kirche H.B. in 1010 Wien. Weitere Beispiele in Wien sind die PV-Anlage am Dach des Naturhistorischen Museums und am Dach des Regierungsgebäude Stubenring 1 (Lebensministerium).

Obwohl nur 1% der Gebäude in Wien dezidiert unter Denkmalschutz stehen, müssen auch die ausgewiesenen Schutzzonen (Grund Weltkulturerbe – historisches Stadtbild) beachtet werden. Die ästhetische Verträglichkeit der PV mit Architektur und Stadtbild ist essentiell und

wird die Grundvoraussetzung für eine breite Akzeptanz dieser Technologie in der Bevölkerung sein. Eine symbiotische Vereinigung von Architektur mit modernen Energietechnologien ist für das Technologie- und Kulturland Österreich eine große, aber lösbare Aufgabe. Die bestehenden Dachlandschaften sind aber oftmals aufgrund der komplexen Dachstruktur und Aufbauten eine große Herausforderung für den Einsatz von PV. Neue technische PV-Lösungen, die hohe Flexibilität in Farben, Formen und Größen aufweisen, sind für diese Aufgabenstellung gefragt.

1.2 “State of the art” GIPV in Bestandsdächern

Im Internet sind viele Fallbeispiele für Bestandsdächer und Fassaden verfügbar, für historische Bauten (=Altbauten) jedoch kaum. So sind zum Beispiel auf der vom BMVIT finanzierten Homepage www.solarfassade.info 44 GIPV-Musterbeispiele zusammengefasst, jedoch fast alle in Neubauten (öffentliche Gebäude, Industrie- und Gewerbebauten, Wohnhäuser und Bürobauten gleichermaßen).

Generell betreffen jene Beispiele, die für **Bestandsdächer** verfügbar sind, Gebäude, die in den letzten 20-30 Jahren gebaut wurden und **im Rahmen einer Sanierung mit einer PV-Anlage ausgestattet** wurden. Beispiele:

→ Das Kraftwerk Simmering wurde im Zuge einer Sanierung mit einer PV-Anlage mit kristallinen Si-Zellen ausgestattet; <http://www.energieleben.at/sonnenenergie-vom-kraftwerk-simmering/>

Abbildung 4 Das Kraftwerk Simmering



→ Das Vienna International Centre, Gate 1 wurde mit einer Photovoltaikanlage bestückt (200m² Solarzellen verbaut) <http://blog.wienenergie.at/2012/04/10/sonnenstrom-in-wien-%E2%80%93-prominent-platzierte-photovoltaikanlagen/>

→ In der Wohnhausanlage „Theodor-Körner-Hof“, entstand im Sommer 2007 die höchste Lärmschutzwand Wiens – sie besteht aus Glas/Glas PV-Modulen (190m² , Solarzellenfläche 15 kWp)

→ in die Fassade der Wirtschaftskammer Wien wurden 374 monokristalline ESG-Module (max. 730 x 1.675 mm) von Ertex-Solar eingebaut; Installierte Fläche: 447 m²; Installierte Leistung: 55 kWp; http://www.solarfassade.info/de/projektbeispiele/at/wirtschaftskammer_wien.php
<http://www.pvaustria.at/content/page.asp?id=235>

In **historischen Altbauten** in Wien (~60% aller bestehenden Häuser in Wien wurden vor dem 2 Weltkrieg errichtet) gibt es wenige bekannte Beispiele für die Installationen von PV-Anlagen auf oder im Dach bzw. Fassade (BIPV):

- am Dach des naturhistorischen Museums (<http://www.wienenergie.at/eportal/ep/programView.do/channelId/28349/programId/19854/pageTypeld/11894>;
- am Dach des Regierungsgebäude Stubenring 1 (Lebensministerium) http://www.lebensministerium.at/presse/umwelt/12062_UE.html
- eine PV-Anlage in historischem Umfeld, aber auf einem Bestandsdach eines nicht historischen Gebäudes wurde am Polarium des Tiergartens Schönbrunn installiert; geplant ist im historischen Gebäudebestand von Schloss Schönbrunn auch GIPV in Form einer Überglasung des Besucherzentrums <http://www.oekostrom.at/ueber-oekostrom/unternehmen/unsere-kraftwerke/pv-anlage-tierpark-schoenbrunn/>
- Dach der evangelischen Kirche H.B., 1010 Wien, Dorotheergasse

All diese Anlagen sind so eingebaut, dass sie von der Straße aus nicht einsehbar sind; dies kann allerdings kein zukunftsfähiges Konzept sein.

1.3 Generelle Probleme beim Einsatz von PV im Altbau mit existierenden Technologien/verfügbaren Produkten

Folgende Probleme mit existierenden Technologien und Produkten bestehen:

- a) Limitierte farbliche und optische Flexibilität
- b) Trägermaterialienauswahl: Zu geringe Möglichkeiten in der Trägermaterialauswahl (wenige Produkte von PV im Bereich flexibler Folien, Keramiken/Ziegel, PV-aktive Lamine mit Dach/Fassadenblechen)
- c) Fehlen von langzeitbeständigen und leistungsstarken PV-aktiven Schichten für flexible Anwendungen, Dünnschichtzellen, PV-Anstriche und Farben....; flexible Frontsheet-abdeckungen
- d) Gängige Verschaltungskonzepte sind zu starr und nicht anpassungsfähig, um die Verschattungen durch Dachaufbauten sowie unterschiedliche Modulgrößen und Formen berücksichtigen zu können; zu komplexe Verschaltungen, wenn viele Einzeleinheiten/Dach installiert werden müssen
- e) Geringes Angebot an flexiblen Modulgrößen und -formen
- f) Ästhetische Verträglichkeit mit Architektur und Ortsbild ist bei Standardlösungen selten gegeben
- g) Multifunktionalität von PV-Einheiten ist auszubauen: PV-Module könnten zusätzliche Funktionen der Gebäudehülle übernehmen wie Temperaturregelung, Abschattung, Belichtungseffekte,

Daraus ergibt sich ein **grundsätzlicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf in Richtung flexibler PV-Lösungen für bestehende Gebäude** in folgenden Bereichen

Ad a. Farblich und ästhetische Verträglichkeit von PV-Modulen/Einheiten: Heute sind PV-Zellen in folgenden Farben, entsprechend der Farben der unterschiedlichen Halbleitermaterialien, verfügbar:

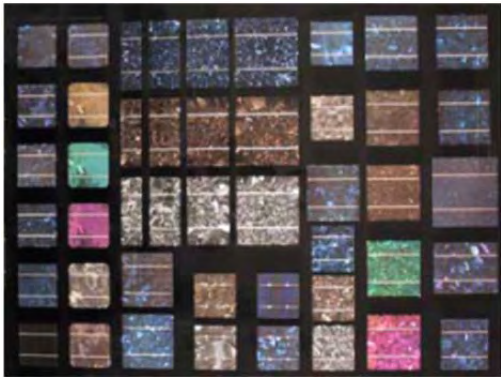
- Schwarz: CIS Dünnschichtmodule
- Schwarz-grün: CdTe Dünnschichtmodule

- Schwarz-violett: Silizium-Solarzellen auf Glassubstrat
- Anthrazit-blau-violett: amorphe Triple-Siliziumzellen auf Metallsubstrat
- Anthrazit: monokristalline Solarzellen
- Dunkelblau: monokristalline Solarzellen
- Königsblau: multikristalline und monokristalline Solarzellen

Die Firma Sunways bieten bereits eingefärbte Wafer in folgenden Farben an (siehe Abbildung:

http://www.sunways.eu/static/sites/default/downloads/de/produkte/solar-cells/farbig/Sunways_SC_ColourMulti1563BB_Datasheet_DE_09-04.pdf —

Abbildung 5 kristalline Si-Zellen: Monokristallin: schwarz; Polykristalline Si-Zellen : Blau; viele eingefärbte Zellen: gold, silber, bronze, smaragd



- durch unterschiedliche Effekte in der Gestaltung der Zelloberflächen (z.B. durch neuartige Antireflex-beschichtungen; Farbgebende Schichten, ev. können nanostrukturierte Waferoberflächen spezielle optische Effekte hervorrufen
- durch Einfärbung von Backsheets und/oder Frontsheets: Polymere (Einfärbung des Kunststoffes) oder Glas (für rückseitige Abdeckung ev. mit keramischen oder Lack-Beschichtungen);
- Einfärbung von Zellverbindern und Leiterbahnen; farblich anpassbar durch Beschichtung (anorganische und/oder organische Lacksysteme); Materialverträglichkeiten zum Einkapselungsmaterial müssen beachtet werden
- Rahmenlose PV-Module - direkt in den Dachbauelemente integriert (regendichte Verbindungen - witterungsstabil über lange Lebenszeit müssen gefunden werden); in Fassaden: glatte Erscheinungsbilder der Oberflächen ohne breite Metallverbindungselemente
- Veränderte Zellkontaktierungskonzepte (z.B. nur über Rückseiten oder gezielt als gestalterisches Element auf der Vorderseite - „Muster“)
- Oberflächeneffekte der Glasoberflächen durch unterschiedlichste Glasbearbeitung (glänzend, matt, spiegelnd), funktionelle Oberflächen (schmutzabweisend, farbgebend, abrasionsschützend, spezielle sensorische Eigenschaften....); nanostrukturierte Oberflächen

- Schon aktiv in Teilbereichen dieser Innovationen sind folgende Österreichische Unternehmen bzw. F&E Einrichtungen: Joanneum Research, Ertex Solar, Ulbrich, Isovoltaic.

b. Erweiterte Trägermaterialpalette für PV-aktive Einheiten: PV inkooperiert in diverse erprobte Dachbaustoffe wie Dachziegel, Schindeln, Dachbleche, Keramikplatten; Folien (Rollenware...);

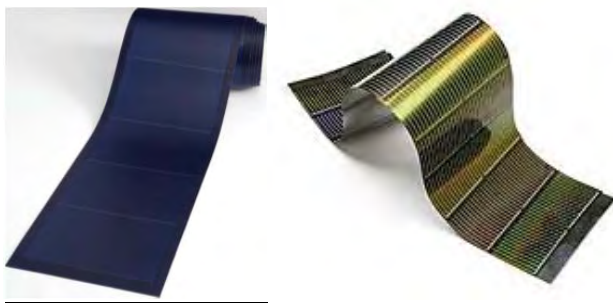
wichtig für den Altbau: Integration von PV in kulturell etablierte und industriell gefertigte Dach-Baustoffe und Dachbau- und Fassadenkonzepte. Dabei wird besonders zu beachten sein, welche Trägermaterialien mit PV-aktiven Schichten versehen werden können; d.h. die Materialauswahl muss nach den Kriterien

- der chemischen Materialverträglichkeit bei neuartigen Materialkombinationen
- der Verbindbarkeit von verschiedenen Materialien in Multimaterialverbunden (Verklebungen,)
- der Witterungsstabilität; Langzeitstabilität – Lebensdauer z.B. der Zell-Einkapselungen, Verklebungen, Beschichtungen....
- der mechanische und elektrischen Anforderungen (Isolationseigenschaften, Mechanische Stabilitäten)

erfolgen.

Ad c. Flexible Trägermaterialien erfordern Dünnschichtzellen mit akzeptablem Wirkungsgrad und guter Langzeitstabilität

Abbildung 6 Unisolar PVL68 (amorphes Si) und First Solar Cd-Te-Folie

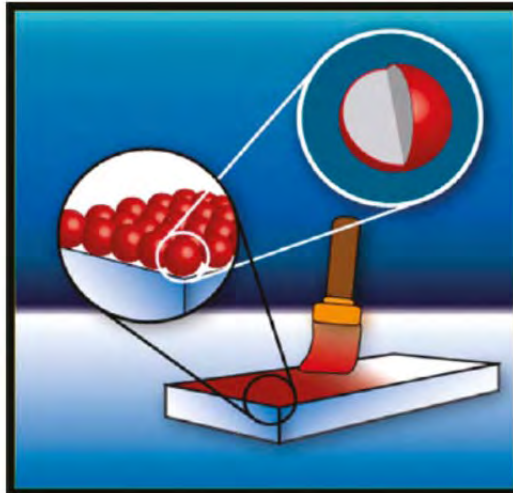


- Die Entwicklung von Dünnschichttechnologien muss weiter vorangetrieben werden mit dem Fokus auf der Verbesserung der
 - hohe Sauerstoffanfälligkeit der Zellen
 - Langzeitstabilität
 - Wirkungsgrad
 - neue Einkapselungen müssen gefunden werden, da der jetzt benützte Standard EVA mit der hohen Neigung zur Essigsäureentwicklung hier sehr nachteilig zu bewerten ist
- Noch nicht entwickelt bzw. noch im Entwicklungsstadium, befinden sind PV-aktive Farben und Lacke. Das einfache Auftragen von PV-aktiven Schichten auf diverse

Untergründe wäre aber sehr wünschenswert; besonders hinsichtlich Aufbringung von PV in bestehende Gebäude/Dachlandschaften

- PV-Farben und Anstriche für verschiedenste Baumaterialien z.B. Metallbleche
 - Easy to install
 - Große Flächen leicht beschichtbar -> niedrige Wirkungsgrade eher akzeptabel

Abbildung 7



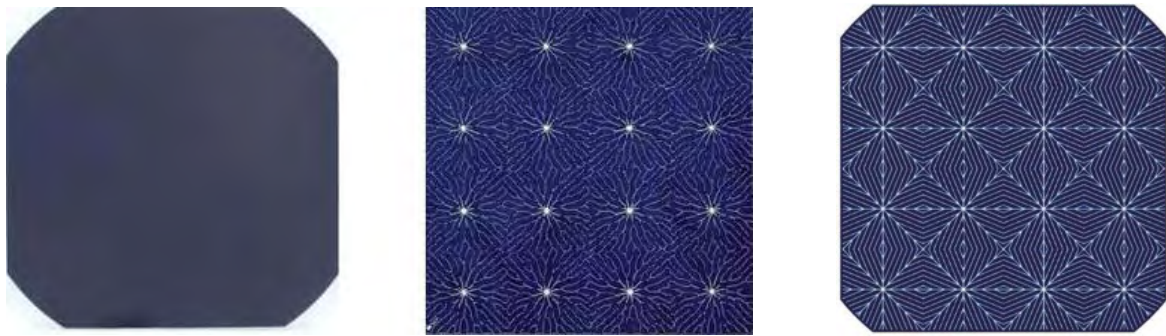
Scheme 1. Schematic illustrating the principle of the solar paint approach. TiO_2 nanoparticles are coated with CdS or CdSe via a pseudo-SILAR method. These composite particles are applied in a paint-like, one-step photoanode formation.

Sun-Believable Solar Paint. A Transformative One-Step Approach for Designing Nanocrystalline Solar Cells; Matthew P. Genovese,† Ian V. Lightcap, and Prashant V. Kamat*, ACSNano, VOL. 6, NO. 1, 865–872, 2012.

Ad d. Neue Verschaltungskonzepte; Die Bautechnik und die Verschattungssituation in bestehenden Dachlandschaften bzw. Fassaden im verbauten Gebiet erfordern flexible Lösungen

- bei Verschaltungskonzepten (sowohl in technischer Hinsicht, als auch in ästhetischer Hinsicht)
 - viele kleine PV-Einheiten müssen relativ einfach zu einer großen, stromliefernden Anlage zusammengeschlossen werden können (nach dem Prinzip eines „Mosaiks“);
 - „Easy to Install“-Lösungen sind gefordert; einfache Steckverbindungen (normiert!); die Möglichkeit des einfachen Austauschs einer Einheit muss gegeben sein d.h. die Verbindungen müssen einfach gelöst und eine neue Einheit eingebaut werden können.
 - Neue Rückseiten - Verschaltungsschemata der Einzelzellen (auch als ästhetischer Aspekt)

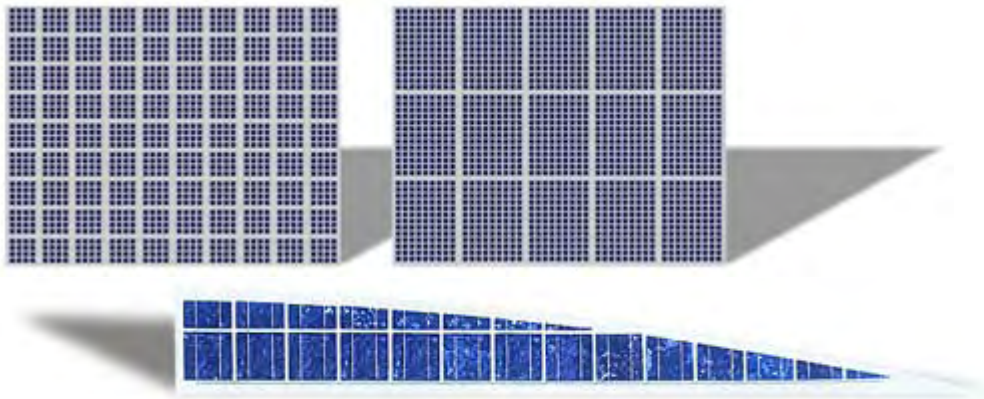
Abbildung 8 Verschaltungskonzepte



Quelle: solar-designs 2009, ecn.nl 2009 (www.solarfassade.at) und Canadien Solar (rechts)
Dummies für verschattete Teile des Daches müssen verfügbar sein

Ad e. Flexible Modulgrößen und -formen: Um Bestandsdächer flächendeckend mit PV-Einheiten belegen zu können, muss der Schritt weg vom Standardmodul hin zu individuellen Modulgrößen und -formen gegangen werden. Auch für die Gestaltung von Fassaden ist von Architekten oft der Wunsch nach speziellen Modulgrößen gegeben. Während der generell am Markt bestehende Trend weg von teuren Einzelmodulanfertigungen hin zu standardisierter Einzelware geht, gibt es in Österreich Firmen wie Ertex-Solar, die auch Großmodule (bis 2,5 x 5 m) und individuell gestaltete Einzelmodule für Fassaden fertigt. Auf diese Weise kann sich Ertex-Solar in der GIPV auch international am Markt behaupten. Die Ausrichtung, weg vom Standardmodul mit fixen Abmessungen, hin zur projektbezogenen Anfertigung von in Farbe, Form und Größe adaptierbaren Modul ist für die Akzeptanz der GIPV im Stadtbild sehr wesentlich.

Abbildung 9 ertex solar



Quelle: www.ertex-solar.at

Ad f. Ästhetische Verträglichkeit mit Architektur und Ortsbild:

„Die architektonisch interessante gebäudeintegrierte Photovoltaik ist das sichtbare Merkmal eines modernen Gebäudes und symbolisiert wie keine andere Energienutzungsart den Übergang in ein neues Energiezeitalter“

(<http://www.klimafonds.gv.at/assets/Uploads/Studien/GIPVStudieTeil2.pdf>; Hubert Fechner, Erik Sehnal, Technikum Wien; Univ.Prof.Reinhard Haas, Assun Lopez-Polo, TU Wien, unter Mitwirkung von Daniela Kletzan-Slamanig, WIFO).

Neben der bis jetzt praktizierten Lösung des „Versteckens“ d.h. PV wird akzeptiert, wenn sie nicht einsehbar ist (meist auf-Dach Lösungen) sollten folgende Punkte Beachtung finden, da in ihnen großes Potential steckt:

- Gestalterische Impulse am Gebäude setzen -> bewusstes Sichtbarmachen der PV als Akzent am Gebäude; alte Bausubstanz mit moderner PV-Technologie zu verknüpfen ist aus architektonischer Sicht ein sehr interessanter und herausfordernder Aspekt.
- „Kulturell angepasste PV“: PV-aktive Schichten in etablierten Dachbaumaterialien „verstecken“ und somit die Akzeptanz in der Bevölkerung erhöhen
- Integration der PV in bestehende Dachkonzepte, wobei aber die PV-Anlage durchaus als eigenständige „Einheit“ im Dach wahrnehmbar sein kann

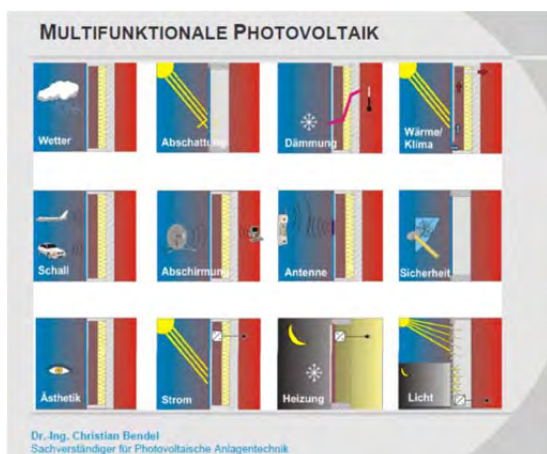
Abbildung 10a und 10b Prefa



Die historische Blue Plate Mayonnaise Fabrik (Abbildung rechts) wurde in energieeffiziente Apartments für Künstler umgebaut. Die 63-kWp-Photovoltaikanlage mit MAGE POWERTEC PLUS Modulen produziert Sonnenstrom, der den Bewohnern niedrige Stromkosten beschert. <http://www.magesolar.de/nc/de/newsmeldung/datum/2012/07/03/mage-solar-liefert-module-fuer-historische-gebaeude-in-louisiana-usa.html>

Ad g. Multifunktionalität von Teilen der Gebäudehülle (Zusatznutzen) Das grundlegende Konzept von D.I. Bendel (siehe Abbildung 11) zeigt, dass PV-Einheiten Zusatzfunktionen in der Gebäudehülle übernehmen können. Durch Übernahme weiterer Funktionen wie Lichtmanagement oder Temperaturregelung kann die Attraktivität der PV-Fassaden bzw. Dachelemente drastisch gesteigert werden und damit die Wirtschaftlichkeit der Elemente neu bewertet werden.

Abbildung 11 Multifunktionale PV



Es sollen multifunktionale PV-Elemente entwickelt werden, wo durch die Gebäudeteile aus energetischer und konstruktiver Sicht durch Multifunktionalität eine Kostenreduktion gewährleistet ist. Die wichtigsten Zusatzfunktionen können sein:

- Verschattung/Sonnenschutz (Lichtmanagement)
- Witterungsschutz
- Wärme/Kälteschutz; Temperaturregelung (Klimaregelung)
- verbesserte farbliche (ästhetische) Gestaltung
- Übernahme zusätzlicher bautechnischer Funktionen
- Erfüllung von Sicherheitsstandards

Viele Ideen wurden hier von Wolfgang Gollner bereits zusammengetragen: Integration von Photovoltaik in nachhaltige Fassadensysteme; Wolfgang Gollner http://www.donau-uni.ac.at/imperia/md/content/departement/baenumwelt/news/2_gollner.pdf

Photovoltaik - Metaldacheindeckungen

Konventionelle Aluminiumbauelemente können mit Modulen aus amorphen Siliziumzellen auf flexibler Edelstahlfolie ausgestattet werden; Dachabdichtung mit Photovoltaikmodulen; Solare Stromerzeugung durch wetterfeste Dachhautschichten

Wärmegeämmte Stahlleichtbauelemente mit integrierten Photovoltaikzellen

Wärmegeämmte Dachfertigteile mit gedämmten Kern und amorphen Siliziummodulen an der Oberseite; Kombinierbar mit Elementen ohne PV-Technik; Breite: 1,00m, Länge: bis zu 17,5m, geringes Gewicht

Kunststoffdachbahnen mit auflaminierten Dünnschichtmodulen

Vorteile:

- geringes Eigengewicht
- flexibel und anpassbar
- optimal Nutzung des Lichtspektrums
- gutes Temperaturverhalten Farben von Photovoltaikzellen

2 PV im (großvolumigen) Neubau auf Flachdachlandschaften und in der Fassadenintegration

2.1. Einleitung

Flachdächer wurden früher hauptsächlich bei Gewerbebauten genutzt, heute werden sie immer häufiger auch bei Privatbauten eingesetzt, vor allem auch bei Passivhäusern. Durch Flachdächer können der Energiebedarf einer Immobilie reduziert und Kosten gespart werden. Flachdächer haben eine Neigung von maximal sieben Grad – damit ausreichend Wasser ablaufen kann muss jedoch eine Mindestneigung von drei Grad gegeben sein. Flachdächer werden durch Kunststoffdichtungsbahnen aus PVC und PIB oder durch Edelstahl und andere Beschichtungen isoliert und geschützt. Um das Dach vor UV-Strahlung zu schützen wird oft Kies verwendet, der jedoch ein hohes Gewicht aufweist. Alternative Nutzungsformen sind Gründächer oder Energieerzeugung durch Photovoltaik [Flachdachsanieung, 2013]. Um eine Ansammlung von Wasser auf PV-Modulen zu vermeiden muss der Neigungswinkel im Idealfall größer als 5° sein. Der PV-Elementhersteller United Solar Ovonic gibt als Mindestneigung 3° für seine Module an. Wasseransammlungen können die Leistung der Elemente herabsetzen. [Flachdachsanieung, 2013, Ehrbar ,2012, Frontini 2012].

Laut einer Studie der Internationalen Energieagentur werden solare Energiestrategien bereits bei 34 % der befragten Architekten (n=280) in der Planung berücksichtigt [Farkas und Horvat, 2012].

40 % der Befragten beurteilen die Angemessenheit der derzeit angebotenen PV-Produkte als ausreichend für eine erfolgreiche architektonische Integration. Verbesserungsbedarf kann dennoch festgestellt werden, da mehr als ein Viertel der Befragten (29 %) den aktuellen Stand der Technik für die erfolgreiche Integration in die Planung als sehr schlecht bis schlecht bezeichnen. Zusammenfassend wurde festgehalten, dass trotz hohem Interesse an Solarenergie, ein Großteil des praktischen Umsetzungspotentials ungenutzt bleibt. Dennoch wird ein Trend hin zur Integration von Solaren Systemen als architektonische Komponente des Gesamtdesigns identifiziert. Hauptbarrieren für die Umsetzung sind dabei wirtschaftliche Faktoren.

Neben der Nutzung üblicher mono- und polykristallinen Solarzellen in Modulen, spielen für die Gebäudeintegration der Photovoltaik vor allem neue Entwicklungen wie organische Solarzellen oder PV-Dachbahnen eine bedeutsame Rolle, um dem Anspruch der Multifunktionalität von GIPV sowie architektonischen Anforderungen gerecht zu werden. Im Folgenden werden unterschiedliche Entwicklungen und Technologien für eine optimalere Integration in Neubauten vorgestellt.

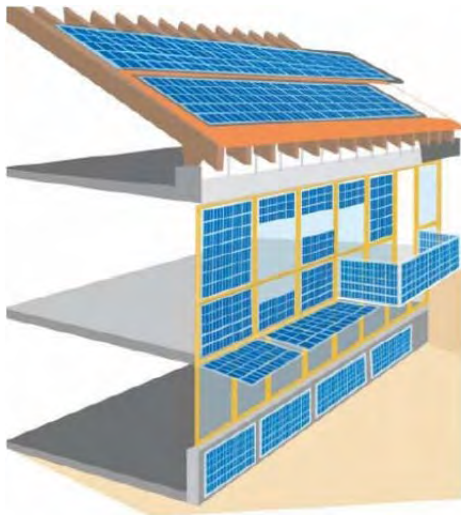


Abbildung 12: GIPV Anwendungsbereiche, [Die Performance Gebäudeintegrierter Photovoltaik, Neuester Stand der Technik Potential, Testverfahren und Anforderungen an BIPV, 2009]

Möglichkeiten von GIPV:

- Dächer (Giebel- und Flachdach)
- Externe Gebäudewände
- Halbtransparente Fassaden
- Lichtschutzsysteme
- Dachfenster und Atrien

[(Kampen, Boer, & Jol, 2009)]

GIPV übernimmt Zusatzfunktionen wie:

- Wetterschutz
- Wärmdämmung
- Sonnenschutz, Regulierung des Tageslichtes, Gebäudeklimatisierung
- Ästhetik

Weitere Effekte können im Einzelfall erzielt werden:

- Lärmschutz
- Elektromagnetische Energiewandlung
- Elektromagnetische Energieschirmung
- Sicherheit
- Heizung

[Kampen, Boer, & Jol, 2009, Henze, 2010]

2.2. Glas-Glas-Module

Glas-Glas-Module werden sowohl für Flachdächer als auch für lichtdurchlässige Dächer, Pergolen sowie in Fassaden eingesetzt. Meist werden kristalline oder Dünnschicht-Zellen verwendet. Semitransparente PV ermöglicht kontrollierte Beschattung des Innenraumes mit gleichzeitiger PV-Stromerzeugung und wirkt sich dementsprechend positiv auf das Innenklima aus. Bei der Installation ist es erforderlich auf thermische Funktionen (U-Wert) des Produktes zu achten. [Probst & Roecker, 2012]

Die wichtigsten österreichischen Anbieter auf diesem Gebiet sind Ertex-Solar, PV Products, MGT-esys, und PVT-Austria.



Abbildung 13: Velux Sunlighthouse mit ertex Modulen, Pressbaum © Velux



Abbildung 14: Verbundsicherheitsglasmodule, Glasdach © Ertex

a) Fassadenintegration

Fassadensysteme werden entweder auf eine bestehende Isolierung montiert (Kaltfassade) oder weisen als doppelglasige Lösungen selbst adäquate U-Werte (Warmfassade) zur Isolierung auf [Probst & Roecker, 2012].

Eine andere neue Entwicklung sind vorgefertigte Holz-Fassadenelemente mit integrierter PV.



Abbildung 15: modular specimen of the prototype of wood prefabricated building component with PV [Building skin as electricity source: The prototype of a wooden BIPV facade component, 2011]



Abbildung 16: Elementary school that will be realised as a prototype building, red part represents the prototype positioning in the South Façade of the building, [Building skin as electricity source: The prototype of a wooden BIPV facade component, 2011]



Abbildung 17: Technium Optic Centre, St Asaph UK © Capita Percy Thomas



Abbildung 18: Fassade des Schott Headquarters in Mainz mit ASI® Dünnschichtmodulen © SCHOTT AG



Abbildung 19: Hauptsitz Solecture Berlin (Kaltfassade) © Solecture



Abbildung 20: Photovoltaik-Warmfassade ZARA Fashionhouse, Köln © Hilber Solar

b) Gebäudebeschattung

Zur Gebäudebeschattung werden semitransparente Module oder Lamellensysteme eingesetzt. Erste Technologien befassen sich auch bereits mit unterschiedlicher Lichtdurchlässigkeit der Module je nach Einfallswinkel.



Abbildung 21: Ospedale Meyer, Florence © Ospedale Meyer



Abbildung 22: Architekten Hermann Kaufmann ZT GmbH, Ludesch community centre, Austria, 2005 © Bruno Klomfar, Vienna



Abbildung 23: Colt Shadovoltaik River Terrace, New York © Colt



Abbildung 24: Colt Shadovoltaik am SBL Offices Linz © Colt



Abbildung 25: Verbundsicherheitsglasmodule, Glasdach © Ertex

c) Veranden und Balkongeländer

Für Veranden und Balkongeländer werden ebenso semitransparente Glas-Glas-Module eingesetzt. In Glasveranden wirkt sich die Wärmeproduktion auf der Rückseite der PV-Module gleichzeitig positiv auf den thermischen Komfort im Frühling und Herbst aus [Probst & Roecker, 2012].



Abbildung 26: Glas-Veranda mit PV-Modulen, Ekovikki © PV NORD



Abbildung 27: Balkongeländer mit PV-Modulen © ertex solar

2.3. Rahmenlose Indach-Module

Rahmenlose Glas-Indach-Module basieren auf Siliziumzellen-Technologie und werden wie herkömmliche Dachziegel geschindelt verlegt. Verwendet werden schwarze rahmenlose Solarlamine, die für Dachneigungen ab 20° zertifiziert sind. Geringere Neigungswinkel sind mit fugendichtem Unterdach möglich. Das System ist regendicht und erfüllt die Anforderungen der europäischen Brandschutznorm. Dachfenster können im selben Design integriert werden [3S Photovoltaics Solar Building Technologies, 2013].



Abbildung 28: Verlegung von rahmenlosen Indach-Modulen © MegaSlate® Solardachsystem



Abbildung 29: Dach mit integrierten Dachfenstern © MegaSlate® Dachfenster Wenger

Für Dächer mit geringer Neigung (10 Grad oder geringer) existieren Lösungen, die auf das Dach geklebt werden. Lumetasolar entwickelte beispielsweise Module, die ohne Trägerkonstruktion auskommen. Monokristalline Solarzellen verfügen über ein Haftungsmaterial auf der Rückseite, wodurch eine nahtlose Integration mit dem Dachsystem möglich ist. Durch die direkte Dachinstallation wird die Installationszeit um 60 % verkürzt und die Systemausgleichskosten werden um bis zu 50 % gesenkt. Die Vorderseite besteht aus Dupont-Hochleistungsteflon, wodurch das Gewicht im Vergleich zu Glas-Modulen drastisch gesenkt werden kann [Lumeta, Solar Innovation from California, 2013].



Abbildung 30: Modul-Rückseite © Lumeta



Abbildung 31: Verlegung der Module © Lumeta



Abbildung 32: Plug-and-Play © Lumeta



Abbildung 33: Geklebte PV-Module auf dem Flachdach © Lumeta

2.4. Dachabdichtung/Dachmembranen mit integrierter PV

Kunststoff-Dachbahnen mit integrierter Dünnschicht-PV sind glas- und rahmenlos und dienen gleichzeitig der Dachversiegelung bei harten Bedachungen. Dadurch entsteht eine Gebäudekomponente mit PV-Funktionalität [eurorof, roofing systems, 2013]. Auch Aluminium-Stehfalzdächer können mit Photovoltaiklaminaten versehen werden, die sich der Kontur der Dachfläche wie eine zweite Haut anpassen [Prefa, 2013].

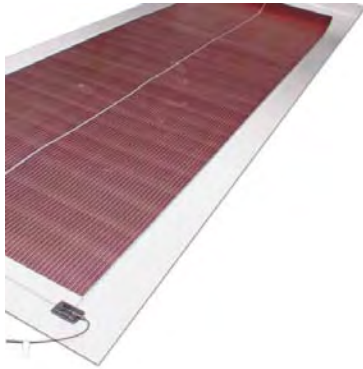


Abbildung 34: Kunststoff-Dachbahnen Austroplan PV-Liner © AGRU



Abbildung 35: Verlegtes Dach Austroplan PV-Liner © AGRU



Abbildung 36: Flachdach mit Solar-Dachbahnen, Wohnanlage Braunschweig © alwitra GmbH & Co.



Abbildung 37: Aluminium Stehfalzdächer mit integrierter PV © PREFALZ Solar

2.5. Organische Solarzellen und DSC

Organische Solarzellen oder Plastiksolarzellen bestehen aus kleinen, volatilen organischen Molekülen oder Polymeren, die für die flüssige Verarbeitung geeignet sind und eine spezielle Elektronenstruktur aufweisen. Die aktive Schicht besteht somit aus einem kostengünstigen Material, das unter geringem Energieaufwand produziert werden kann. Verbesserungspotential und Forschungsbedarf liegen derzeit vor allem in der Effizienz und Stabilität und der Entwicklung einer geeigneten Erzeugungsmethode [Probst & Roecker, 2012]. Die OPV-Zelle von Heliatek erzielt bereits einen Wirkungsgrad von 12 % [Heliatec, 2013].

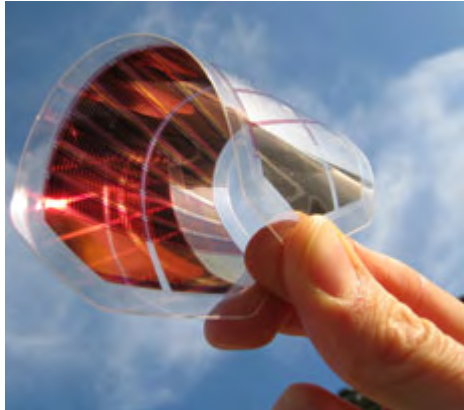


Abbildung 38: Organisches Solarzellenmodul © Fraunhofer ISE



Abbildung 39: OPV-Modul © Heliatek



Abbildung 40: Mit transparenten Solarfolien kann Bauglas zur Energiegewinnung genutzt werden ohne das Gebäudedesign zu stören. © Heliatek GmbH



Abbildung 41: Konarka © Power Plastic



Abbildung 42: Carport in Florida © Power Plastic



Abbildung 43: Bushaltestelle in San Francisco © Power Plastic

DSC oder Farbstoffsolarzellen verwenden das Funktionsprinzip der Photosynthese. Durch den Lichteinfall auf den Farbstoff werden Elektronen angeregt, die von Titandioxid absorbiert werden. Die Vorteile dieser Technologie liegen vor allem darin, dass die Solarzellen vom Lichteinfallswinkel unabhängig sind, die Umgebungstemperatur weniger Einfluss bereitet, sie unempfindlicher auf Beschattung reagieren, die Gestaltung transparenter Module erlaubt, Licht von beiden Seiten absorbiert wird und die Produktion über bestehende Anlagentypen erfolgen kann [Dyesol, Global leaders in dye solar cell technology, 2013].



Abbildung 44: DSC window © Dyesol



Abbildung 45: DSC-Modul © Dyesol

2.6. Innovative Weiterentwicklungen

Polymere Technologien bieten Möglichkeiten für vielfältige Gestaltungen wie Innenraum-Vorhänge oder PV-Blätter, die beispielsweise Efeu-Bewuchs ersetzen. Diese Produkte weisen eine sehr geringe Effizienz auf, sind jedoch sehr gut für diffuse Lichtverhältnisse geeignet. Die Anschaffungskosten sind jedoch verhältnismäßig gering.



Abbildung 46: Energy generating curtains © Astrid Krogh



Abbildung 47: Solar Ivy © SMIT



Abbildung 48: Solar Ivy © SMIT

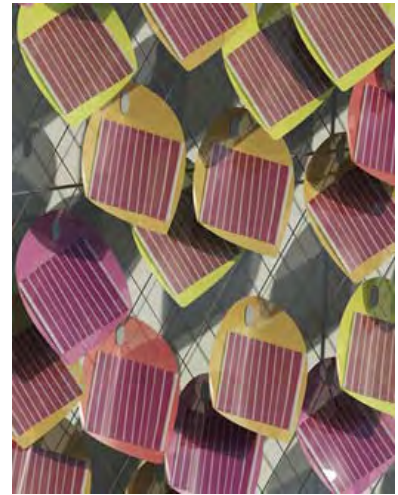


Abbildung 49: Solar Ivy © SMIT

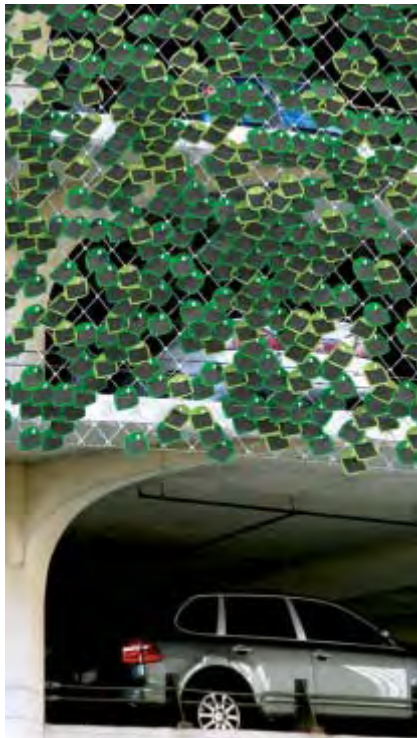


Abbildung 50: Solar Ivy grün auf der Fassade © SMIT



Abbildung 51: Solar Ivy braun auf der Fassade © SMIT



Abbildung 52: Solar Ivy Innenansicht © SMIT

Diverse weitere Innovationen:

Das Startup Oxford PV will Anfang 2014 eine Pilotfertigung für Strom erzeugendes Glas mit Farbstoffsolarzellen starten und schon ein Jahr später zwei Meter lange Glasmodule verkaufen, aus denen sich Gebäudefassaden, Balkonbrüstungen und Fenster herstellen lassen.

Auch das US Startup New Energy Technologies arbeitet an durchsichtigen Fenstern, auf die Solarzellen aufgesprüht sind.

Das US-Solarunternehmen Pavilion-Solar will auch Zeltdächer und Sonnenblenden zu Kraftwerken machen – und baut dazu flexible Solarzellen in Textilien ein. Noch 2013 statten die Unternehmer ein Hochhaus in Manhattan mit dreieinhalb Meter hohen Solarvorhängen aus, die Strom für die gesamte Beleuchtung des Gebäudes liefern.

Der Autozulieferer Webasto aus Stockdorf wiederum stellt eine neue Generation von Solardächern her, die Autos mit Hybridantrieb im Stand mit Strom versorgen können.

Eine durchsichtige Solarzelle des französischen Unternehmens Sunpartner soll bald auf Smartphone-Displays Strom erzeugen. Sechs Stunden Sonne sollen ausreichen, um den Akku wieder voll zu laden. [Wirtschaftswoche 25]

2.7. PV Verglasungen und Dachgärten

Im Bereich Dachgärten sowie Glashaus-Lösungen mit integrierter PV sind bereits zahlreiche Beispiele und Forschungs-tätigkeiten sichtbar. Die Erforschung einer kombinierten Lösung, bei der Glasaufbauten am Dach inklusive PV untersucht werden, ist bisher ausständig. Einzig positive Effekte auf eine Aufständigung konnten identifiziert werden (Effizienzsteigerung der PV-Module durch die Unterkühlung der Pflanzen). Konzepte, die PV mit Dachgärten verbinden, sind teilweise vorhanden, eine durchdachte, integrative Planung ist jedoch bisher nicht erkennbar.

Beschattungsmöglichkeiten können einerseits durch Glas-Module realisiert werden, andererseits gibt es ebenso Entwicklungen zu biegsamen, organischen PV-Zellen.

Dachgärten können für das Gebäude auch thermisch positive Effekte erzielen. So arbeitet das Fraunhofer Institut beispielsweise an der Optimierung von Prozessen der gesamten Wasser- und Energieversorgung von Gebäuden. Untersucht werden im Zuge dessen Abwärme Nutzung, Photovoltaik oder auch Kleinstwindkraftanlagen auf Dächern, geschlossene Wasserkreisläufe, Schmutzwasserreinigung durch Pflanzen sowie Materialien und Werkstoffe für Isolierung und Brandschutz. Im Fokus der Forschungstätigkeiten stehen aber ebenso Konzepte zur optimalen Flächennutzung und Ernteunterstützung, da vor allem für Supermarktbetreiber inFARMING ein interessanter Ansatz für die Planung zukünftiger Filialen sein kann.

2.7.1.Dachgärten

Eine weite Verbreitung von Dachbegrünung bringt vielfältige, umwelt- und energierelevante Vorteile: Verbesserung des Raumklimas durch Verdunstungskühlung, Entlastung von Klär- und Siedlungsentwässerungsanlagen durch Rückhaltung und Verdunstung von etwa 50 % des Niederschlages, Klimaverbesserung durch Filterung von Staub und Schadstoffe aus der Luft, neuer Lebensraum für Vögel und Schmetterlinge und positive, optische Effekte.

Da die Dachkonstruktion zusätzliche Lasten zu tragen hat, ist es erforderlich bei Neubauten die Tragfähigkeit bereits in der Planung zu berücksichtigen. Bei Bestandsbauten muss diese fachtechnisch geprüft werden. [Dämmen und Sanieren, 2013, Pflanzenkunde.net, 2013]

a) Extensive und Intensive Dachbegrünung

Unter extensive Begrünung fallen Bewuchshöhen von 3-15 Zentimetern wie beispielsweise niedrig wachsende Gräser und Kräuter. Durch das niedrige Gewicht können solche Begrünungen auch auf Leichtdachkonstruktionen realisiert werden. Diese Bepflanzung wird häufig bei Tiefgaragendächern eingesetzt. Dabei entstehen oft sogar ganze Sportplätze oder Parkanlagen.

Bei der intensiven Begrünung werden Bewuchshöhen von bis zu 25 Zentimetern angestrebt, wobei sich niedrig wachsende Sträucher, Gräser, Kräuter und auch kleinere Baumarten für die Bepflanzung eignen. Gewicht und Kosten sind in der intensiven Begrünung höher, dafür bietet es vielfältige Gestaltungsmöglichkeiten.

b) Aufbau

Der Aufbau eines Dachgartens erfolgt in mehreren Schichten: über die normale Dacheindeckung wird eine Wurzelschutzfolie verlegt, darauf kommt Vlies, gefolgt von einer Festkörperdrainage, welche als Wasserspeicher fungiert und Überschusswassers ableitet. Filtervlies und spezielle Systemerde komplettieren den Aufbau. Diese Konstruktion schützt das Flachdach gleichzeitig vor UV- und Witterungseinflüssen. Pflanzen von Gründächern müssen mit starker Sonneneinstrahlung, Trockenperioden, Vernässung, Nährstoffarmut und Frostperioden klar kommen. Dabei eignen sich Mischkulturen besser als Monokulturen. Standorte werden unterteilt in: Eigenschaften der Substrate, Dach-Neigungswinkel, Exposition der Dachfläche, regionale Klimaverhältnisse und Niederschlagsmengen sowie Beschattung.

c) Förderungen

In Deutschland gibt es teilweise öffentliche Förderungen für Dachbegrünung, beispielsweise als Direktzuschüsse oder Splittung der Abwassergebühren, welche geregelt sind in der FLL-Dachbegrünungs-Richtlinie, den Flachdachrichtlinien und dem Fachregelwerk vom Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks. In Österreich gilt seit Juni 2010 die Verordnung ÖNORM L1131 für die Begrünung von Dächern und Decken von Bauwerksbegrünungen.

d) Gründachmarkt

Ein starker Einflussfaktor auf die Intensität der Verbreitung von Gründächern ist der jeweilige Grad der Flächenversiegelung in den unterschiedlichen Ländern, Regionen oder Städten. Tokio und Shanghai führen vor, wie große Flächen in kurzer Zeit verbaut werden und damit negative Folgen auf die Luftqualität bewirken – ein gutes Beispiel für Bedarf an Dachbegrünung. Die Konsequenz daraus ist eine Verordnung in Tokio, die Gründächer bei allen Neubauten mit Flachdächern verbindlich vorschreibt.

Prinzipiell wird beobachtet, dass eine steigende Nachfrage in der Baubranche auch eine steigende Nachfrage für Dachbegrüner zu Folge hat. Für viele Planer und öffentliche Bauherren gehört ein Dachgarten bereits zum Standard.

Nachlasse bei Abwassergebühren wenn Dachgärten realisiert werden, haben sich als besonders förderliche Maßnahme zur zunehmenden Verbreitung erwiesen. Zahlreiche

Firmen nehmen den Trend wahr und haben sich auf das Gebiet Dachbegrünung spezialisiert.

In Österreich versucht der Verband für Bauwerksbegrünung durch Öffentlichkeitsarbeit das Bewusstsein für Dachbegrünungen zu fördern und die Weiterverbreitung zu forcieren. In Österreich werden zunehmend auch bei kleineren Objekten und Privathäusern, Garagen oder Nebengebäuden Gründächer eingesetzt.



Abbildung 53: Stadt Salzburg, Quelle: www.gruendach.at



Abbildung 54: Textil Linz Wiener Straße, Quelle: www.gruendach.at



Abbildung 55: Wohnanlage Großmugl, Quelle: www.gruendach.at

In Deutschland ist die Fläche der Gründächer von etwa 9 Millionen m² im Jahr 1994 auf etwa 13,5 Millionen m² im Jahr 2003 angestiegen. Etwa 15 % der begrünten Dächer sind intensiv begrünt, die restlichen 85 % sind extensive Begrünung, wovon der Großteil am Flachdach installiert wird. In Deutschland gibt es rund 1.200 Millionen m² Flachdächer von Nicht-Wohngebäuden. Davon können rund 360 Millionen Quadratmeter für den Anbau von Pflanzen in Gewächshäusern genutzt und somit etwa 28 Millionen Tonnen CO₂ (rund 80 % der jährlichen industriellen CO₂-Emissionen) gebunden werden [Fraunhofer Umsicht, 2011].

Laut italienischem Verband für Gründächer werden seit ungefähr vier Jahren zunehmend Gründächer gebaut. Besonders Großprojekte, die in der Öffentlichkeit breit kommuniziert

werden, stärken das Bewusstsein. Vor allem extensive Begrünung zur Kompensation der Flächenversiegelung stößt auf größeres Interesse.

Die Schweizer Fachvereinigung Gebäudebegrünung ist vor allem um Qualitätssicherung bemüht. Die Standards bei Gründächern steigen stetig und werden in die Flachdachnorm einbezogen, wodurch sie als verbindliche Vorgabe in alle Ausschreibungen einfließt. Neue gesetzliche Vorgaben zum Abwasserreglement versprechen das Thema Dachgarten weiter voranzubringen.

Die Vereinigung der Bauwerksbegrüner stellt in den Niederlanden eine zunehmende Nachfrage von Privatkunden nach aufwändig gestalteten Dachgärten sowie den zunehmenden Bau von Tiefgaragen fest, die in der Regel ebenfalls begrünt werden.

Dachbegrünungen sind nach derzeitigem Stand noch nicht Standard. In Deutschland wird jedoch bereits jedes siebte Flachdach begrünt. Flachdach-Sanierungen können zukünftig Marktpotentiale darstellen, da Bauherren bei Sanierungen oft eine höhere Bereitschaft zur Installation von Gründächern aufweisen als bei Neubauten.

Neuartige Konzepte, die ganze Landwirtschaften auf das Dach verlegen ermöglichen sogar einen multifunktionalen Ansatz, bei dem die Fläche mehrfach genutzt wird: Gebäudefunktion (Wohnbau, Geschäftsfläche, Industrie, etc.), Effizienzsteigerungen bei Energieproduktion und Landwirtschaft und daraus resultierend die Senkung von Energie-, Wasser- und Flächenbedarf sowie der CO₂-Emissionen und Verbesserung von Raumklima und Luftqualität.

2.7.2. Dachgarten und PV

Die Doppelnutzung von Flachdächern für Dachgärten und PV ist bereits vorhanden. Aktuelle Lösungen beschränkten sich jedoch meist auf extensive Begrünung in Kombination mit aufgeständerten PV-Modulen. Die zusätzliche Nutzung durch den Menschen bleibt dabei unberücksichtigt.



Abbildung 56: Dachbegrünung mit PV © Zinco

Dünnschicht-Zellen und organische Zellen können dabei in Zukunft neue Lösungen bieten, die eine kombinierte Dachgestaltung von Begrünung, PV und Lebensraum zulassen.



Abbildung 57: Solare Energieerzeugung auf weichen, beweglichen Strukturen © Power Plastic

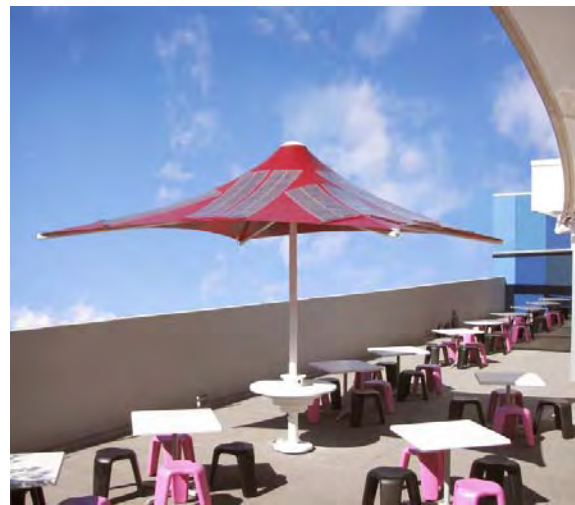


Abbildung 58: PV-Zellen auf Sonnenschirmen © Power Plastic

2012 fand zum zweiten Mal der Solar Decathlon Europe in Madrid statt. Dabei mussten Studententeams aus aller Welt ein solares Wohnhaus entwerfen, bauen und für zwei Wochen bewohnen. Der Sieger, Ecole Nationale Supérieure d'Architecture aus Grenoble, entwarf ein Einfamilienhaus für zwei Personen. Vorgestellt wurden die obersten zwei Geschosse eines neuartigen Wohnhochhauses „Nanotowers“ für verdichtete urbane Lagen. Das Dachgeschoss ist dabei ein wintergartenartiger Gemeinschaftsraum, dessen Dach PV-Module enthält.



Abbildung 59: Oberste zwei Stockwerke des "Nanotowers" © Solar Decathlon Europe 2012



Abbildung 60: "Nanotower" bei Nacht © Solar Decathlon Europe 2012



Abbildung 61: Innenansicht des Wintergartens © Solar Decathlon Europe 2012

Urban Farming und PV

Herkömmliche, konventionelle Landwirtschaft ist sehr ressourcenintensiv. Weltweit werden rund 70 Prozent des verfügbaren Trinkwassers dafür verbraucht, der Energieverbrauch ist für etwa 14 Prozent der weltweiten CO₂-Emissionen verantwortlich. Fassaden und Dächer können in Städten als landwirtschaftliche Nutzfläche dienen. InFarming lautet das Konzept, welches Landwirtschaft in urbane Räume integriert. In New York wurden bereits einige Projekte umgesetzt, die landwirtschaftlichen Anbau auf das Flachdach legen. Am Fraunhofer-inHaus-Zentrum in Duisburg soll ebenfalls ein Prototyp gebaut werden, mit Gewächshaus zur Gemüsezuucht und einer vollständig mit Moos bewachsenen Gebäudefassade. Das Moos bindet Feinstaub, Wasser wird in einem geschlossenen Kreislauf wiederverwertet, Abfall und überschüssige Wärme liefern Energie. Ziel ist es dadurch gebäudeintegrierte urbane Landwirtschaft zu ermöglichen. Energie soll aus Abwärme, Photovoltaik und Kleinstwindkraftanlagen auf den Dächern generiert werden. Schmutzwasser soll durch Pflanzen gereinigt und wieder genutzt werden. Vor allem für Supermarktbetreiber kann dieses Konzept interessant sein [Fraunhofer Umsicht, 2011].



Abbildung 62: Brooklyn Navy Yard. Ft Greene, Brooklyn © Brooklyn Grange



Abbildung 63: Greenhouse in Brooklyn © Gothamgreens



Abbildung 64: An aerial of the flagship farm at Northern Blvd, Brooklyn © Brooklyn Grange



Abbildung 65: inFarming für Supermärkte © BrightFarm Systems

Efficient City Farming ist ein Konzept, das Landwirtschaft ebenfalls auf die Dächer verlegt, allerdings wird hierbei der Gemüseanbau mit Fischzucht verbunden. Dadurch ist es möglich, den Wasserverbrauch (um etwa 50 %) und die CO₂-Bilanz zu senken. Die Stoffwechselprodukte der Fische werden als Pflanzendünger verwendet und somit doppelt genutzt. Das normalerweise in der Fischzucht freiwerdende CO₂ wird daher in den Pflanzen gebunden. ECF lässt sich auf Flachdächern und als Parkplatzüberdachung realisieren [ECF, Efficient City Farming, 2013].



Abbildung 66: Fotocollage des ECF Centers auf dem Gelände der Malzfabrik in Berlin © ECF



Abbildung 67: Fotocollage der Dachfarm alte Malzfabrik © ECF

PV-Verglasungen

Bei PV-Verglasungen kommen prinzipiell die in Kapitel 2.2 vorgestellten Technologien zum Einsatz. Im Folgenden werden speziell Konstruktionen, die eine Kombination von Begrünung und PV vorschlagen, vorgestellt.

ECRE Güssing realisiert Gewächshäuser mit integrierten hochleistungsfähigen Photovoltaikmodulen ab 100 kW. Durch die Kombination aus Gewächshaus und PV können gleichzeitig Einsparungen im Energiebedarf und Steigerungen der Ernteerträge erzielt werden [European Center for Renewable Energy, 2012].

Auch in Murek ist es geplant, ein Glashaus mit kombinierter Photovoltaik umzusetzen. Das Glashaus wird eine Fläche von 12.400 m² haben und eine installierte Leistung von 950 kWp erreichen. Solche Konzepte ermöglichen eine effiziente Nutzung der begrenzten Ressource Boden [Büro für Erneuerbare Energie - Ing. Leo Riebenbauer, 2013].



Abbildung 68: Geplantes Glashaus in Frankreich © ECRE AG

Speziell für die Anwendung in Gewächshäusern wurde auch bereits ein eigenes Photovoltaik-Modul entwickelt. Solyndra fertigt proprietäre zylindrische Module, basierend auf einer Kupfer-Indium-Gallium-Diselenid (CIGS) Dünnschichttechnologie. Die Module sind zylinderartig aufgebaut und verfügen über eine 360-Grad-PV-Oberfläche. Dadurch sind sie in der Lage, sowohl direktes als auch diffuses und reflektiertes Sonnenlicht aufzunehmen. Die Stromerzeugung über diese Module führt daher zu geringeren Spitzen über den Tag verteilt. Durch die zylindrische Form verfügen die PV-Module über eine hohe Selbstreinigung: Feuchtigkeit oder Regen reinigen die Module, die spezielle Form zieht weniger Schmutz und Staubpartikel an. Zudem lassen die Paneele mehr Licht durch und haben ein geringeres Gewicht als herkömmliche PV-Module [Solyndra, 2013].

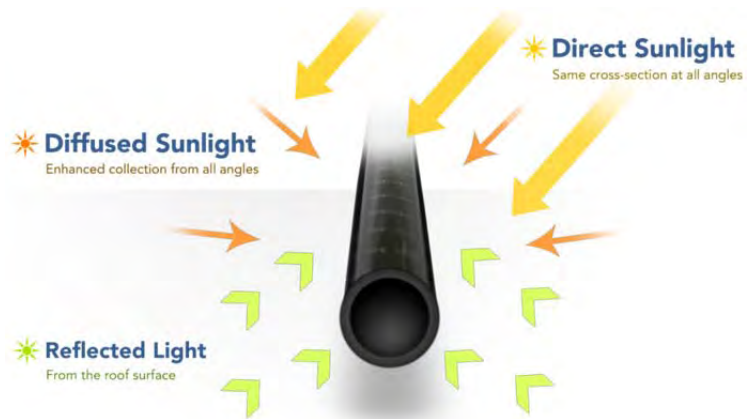


Abbildung 69: Lichtquellen für zylindrische Module © Solyndra



Abbildung 70: Schmutz wird vom Modul abgewaschen © Solyndra



Abbildung 71 Solyndra Gewächshaus © Solyndra

2.8. Generelle Probleme beim Einsatz von PV in Neubauten auf Flachdächern und in der Fassadenintegration

Für den Einsatz von Photovoltaik auf Flachdächern im Neubau existieren viele Teilkonzeptlösungen. Die meisten davon stellen jedoch zusätzlich auf das Dach montierte Elemente dar, die nur zum Teil Dachfunktionen wie Dachabdichtung oder UV-Schutz übernehmen, jedoch keine ganzheitlichen Dach-Bauelemente, z.B. mit zusätzlicher Dämmfunktion, sind.

Für Fassaden bestehen bereits vielfältige Glas-Glas-Modullösungen, die beispielsweise Beschattungsfunktionen übernehmen können oder als thermischer Körper zur Erwärmung von Veranden dienen können. Die Lösungen werden bereits gut in die Fassade integriert und fügen sich schön in das Gesamtbild des Gebäudes ein.

Forschungsbedarf

Im Gegensatz zur bereits recht ausgereiften Integration von PV-Modulen in Fassaden als integrierte Bauelemente bestehen am Flachdach Defizite. Forschungsbedarf besteht vor allem darin, tatsächliche Systemkonzepte für echte, gebäudeintegrierte Photovoltaik zu entwickeln, die aktiv diverse Gebäudehüllenfunktionen übernehmen kann. Diese könnten differenziert und bedarfsgerecht je nach Gebäudetyp/Gebäudenutzungsart entwickelt werden (Bürogebäude, Industriegebäude, Sportstätten, Einkaufsstätten, etc.). Dabei sollte die Zielsetzung verfolgt werden, bisher getrennt operierende Industriebereiche zusammenzuführen: klassische Dach- und Fassaden-Elementehersteller entwickeln gemeinsam mit der PV-Industrie integrierte, vorgefertigte und verkaufsfähige Fassaden- oder Dachbauteile, die sämtliche Dach- bzw. Fassadenfunktionen wie Dämmung, Abdichtung, etc. erfüllen und zusätzlich durch Photovoltaik Strom erzeugen.

Zusätzlich gibt es am Markt zwar bereits unterschiedliche Zelltechnologien sowie Anwendungsarten (von PV-Glas-Glas bis zu PV-Dachbahnen). PV-Modulhersteller wie Ertex konnten dabei durch individuelle Auftragsarbeit und die Fertigung von Glas-Glas-PV-Modulen nach den Anforderungen des Auftraggebers bereits eine Nische belegen. Modulproduzenten können sich dadurch klar von günstigen chinesischen Standard-Modulherstellern abgrenzen. Weiterer Forschungsbedarf besteht in der Entwicklung von PV-integrierten Designlösungen, um Auftraggebern bedarfsgerechter eine größere Gestaltungsbandbreite anbieten zu können und somit die Integration von Photovoltaik in Neubauten zusätzlich zu fördern. Die Zielsetzung dabei wäre es, weitere Lösungen zu entwickeln, um in Zukunft verstärkt in Form von flexibler „Optik On-demand“ auf die Wünsche von Architekten eingehen zu können. Dadurch könnte eine breitere Gestaltungspalette oder komplett individuelle Gestaltung je nach architektonischer Vorgabe, mit unterschiedlichen Zelltypen, -farben, etc. entwickelt werden.

2.9. Generelle Probleme beim Einsatz von PV bei Dachgärten

In Bezug auf Dachgärten und Photovoltaik ergab die vorliegende Sondierungsstudie, dass sich diese Bereiche bisher getrennt entwickeln. Einerseits bestehen vielfältige Möglichkeiten in der Begrünung von Dächern, eine Kombination aus Photovoltaik und Gründach in einer

Art und Weise, wie dieser Bereich auch als Lebensraum genutzt werden kann, existiert derzeit jedoch noch nicht.

Forschungsbedarf

In Bezug auf eine integrierte Nutzung des Flachdaches als Dachgarten und für die Stromerzeugung durch Photovoltaik ist es erforderlich Lösungen zu entwickeln, die vielfältigen Erfordernissen gerecht werden:

- Nutzung des Daches als Lebensraum
- plus Intensive Begrünung
- plus Photovoltaik-Aufbauten unter Beachtung von Einflussfaktoren wie Windlasten, Statik, etc.

Dadurch könnten integrierte, multiple Nutzungskonzepte von PV-Dachgärten entwickelt werden, die bisher konkurrierende, sich separat entwickelnde Disziplinen kombinieren und dadurch für ein höheres Umsetzungspotential jedes einzelnen Bereiches sorgt. Dabei gibt es zahlreiche vegetationstechnische, ökologische, rechtliche, wirtschaftliche, soziale und bauphysikalische Fragestellungen, die zu untersuchen sind:

- **Licht und Beschattung:** Welche Beleuchtungsintensitäten wirken sich in welcher Weise auf Pflanzen, Menschen und das lokale Mikroklima aus?
- **Begrünung:** Welche Bepflanzungsarten sind unter PV-Gründach-Kombinationen möglich? Können neue Pflanzengesellschaften etabliert werden?
- **Wassermanagement:** Wie kann ein neues Bewässerungsmanagement und entsprechende Regenwassernutzung aussehen?
- **Normen:** Welche Windlasten wirken auf PV-Konstruktionen und auf die Begrünung (Statik/Aerodynamik)? Wie müssen die Elemente beschaffen sein um sämtlichen geltenden Baunormen zu entsprechen?
- **Wirtschaftlichkeit:** Kann ein wirtschaftlicher Nutzen aus der Gestaltung eines PV-Dachgartens erzielt werden, und wenn ja in welcher Form? (z. B. Einsparungen durch Substitution von Bauteilen, Eigenenergieerzeugung, Steigerung des Immobilienwerts durch zusätzlichen Lebensraum am Dach)
- **Sozialer Raum:** Welche sozialen Auswirkungen können durch einen gemeinschaftlich nutzbaren PV-Dachgarten erzielt werden, wie können die Nutzungskonzepte beschaffen sein? Welche Auswirkungen hat die angestrebte soziale Nachhaltigkeit auf das NutzerInnenverhalten und den Immobilienwert?

Forschungspotential steckt zusätzlich in der Entwicklung von Beschattungsmöglichkeiten, die Photovoltaik zur Stromerzeugung integrieren. Ein Forschungsbereich wäre hier beispielsweise die Entwicklung von PV-Sonnensegeln, die bei Dachgärten oder Innenhöfen eingesetzt werden können. Die Herausforderung besteht hierbei in der Erforschung der Materialverträglichkeit (Zusammenführung von Photovoltaik und Textil als Trägermaterial) sowie der Entwicklung integrierter, umsetzbarer Gesamtlösungen für die Praxis.

3. Analyse der möglichen Positionierung von GIPV als österreichischer. F&E Schwerpunkt, Empfehlungen zur Umsetzung

3.1 Einleitung

Auf Basis von vorhandenen Branchenstatistiken, Marktdaten und Analysen der GIPV Wertschöpfungskette werden Branchen mit Potential in GIPV Forschungs- und Entwicklungsfeldern im Rahmen von Strukturanalysen näher analysiert:

Betrachtet man ein PV-System im Detail, so können viele Branchen und Industriezweige identifiziert werden, welche an der Wertschöpfung beteiligt sind, wichtige Elemente für eine funktionierende Anlage liefern und Arbeitsplätze am österreichischen Arbeitsmarkt generieren. Schließt man den Bereich der GIPV in diese Wertschöpfungsbetrachtung ein, so kommen zahlreiche weitere Industriezweige und Branchen hinzu. Geht man davon aus, dass aufgrund der ständig ansteigenden Wettbewerbsfähigkeit von Photovoltaik und gebäudeintegrierter Photovoltaik in den Schlüsselmärkten (siehe Abbildung 72), auch die jährlichen Neuinstallationen in Österreich ansteigen, so könnte durch gezielte Forschungs- und Produktentwicklungsmaßnahmen eine Steigerung der Wertschöpfung, als auch die Schaffung von Arbeitsplätzen in den GIPV Branchen vorangetrieben werden. Die richtige Positionierung der österreichischen Forschungslandschaft in einem Segment der GIPV könnte richtungweisend für die Zukunft der österreichischen GIPV-Branche sein.

3.2. GIPV Markt-Perspektiven

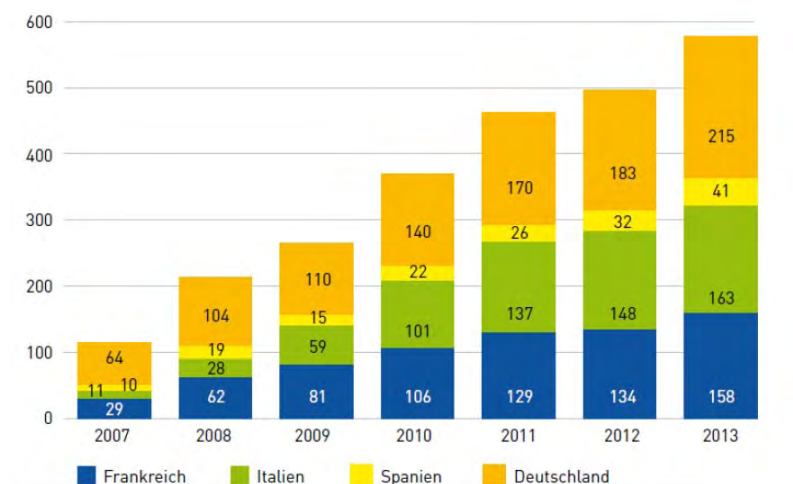


Abbildung 72: Jährliche GIPV Neuinstallationen (in MW) in den europäischen PV-Schlüsselmärkten [IEA PVPS, "TRENDS IN PHOTOVOLTAIC APPLICATIONS, 1992 and 2011"]

Einer Studie von Pike Research zufolge wird die weltweite Kapazität an GIPV-Systemen von derzeit rund 400 MW im Jahr 2012 auf rund 2250 MW bis zum Jahre 2017 etwa um das Fünffache ansteigen.

Durch diesen Anstieg der weltweiten GIPV Installationen erwarten Analysten [EuPD Research, 2009] eine Umsatzsteigerung der GIPV-Branchen von derzeit jährlich \$ 606 Mio. (Stand 2012) auf mehr als \$ 2.4 Milliarden im Jahr 2017. Westeuropa wird laut Einschätzungen von Pike Research einer der größten Märkte für GIPV Anwendungen bleiben [Pike Research, 2013].

Ausgehend von dieser Wachstumsprognose werden die Faktoren Forschung, Technologieentwicklung und Produktinnovationen am GIPV-Markt an Bedeutung gewinnen und eine ansteigende Wertschöpfung kreieren.

Damit auch die österreichischen Unternehmen am vorhergesagten Wachstum teilhaben und entlang der Wertschöpfungskette wettbewerbsfähig sind, bedarf es einer Entwicklung von detaillierten Plänen für den GIPV Forschungsbedarf und individuelle Strategien für eine marktorientierte Positionierung der beteiligten Branchen am Weltmarkt [EuPB Research, 2009]

Eine andere Studie, die sich mit der Entwicklung der GIPV bis 2020 beschäftigte (Lux research Analysts) zeigt einen ähnlich dynamischen Verlauf.

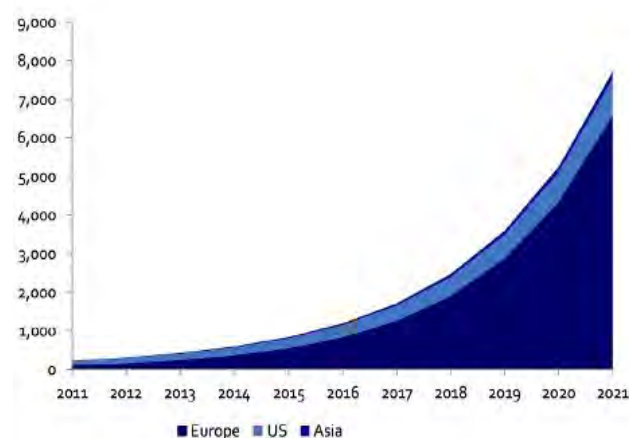


Abbildung 72a: Prognostiziertes Marktwachstum der GIPV im MW [Aditya Ranade, 2011]

3.3. Ausgangspunkt in Österreich

2012 waren nur 1,6% aller installierten PV Anlagen dachintegriert; zählt man die zur GIPV zugehörige Fassadenintegration noch dazu, so erhöht sich der GIPV Anteil in Österreich auf gerade einmal 2,2% - oder 3.850 kWp.

Gesamt beträgt die durchschnittliche Anlagengröße in Österreich etwa 13 kWp; ein recht hoher Wert, der von einigen - wenn auch wenigen - Groß-Freiflächenanlagen dominiert wird. Geht man im GIPV Bereich von 8kWp mittlerer Anlagengröße aus, so sind das etwa 500 GIPV Anlagen, die 2012 in Österreich errichtet wurden [Biermayr, Fechner et al. 2012]

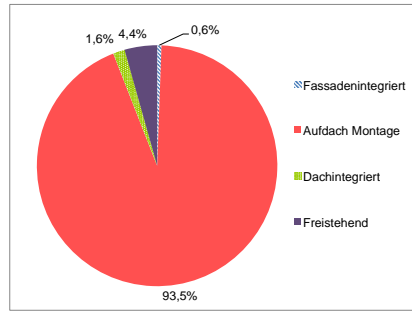


Abbildung 73 : Montageart der installierten Photovoltaikanlagen in 2012; Quelle: Erhebung Technikum Wien.



Abbildung 74: PV-Glas-Glas Module bei Fronius Oberösterreich (Foto: Ertex-Solartechnik GmbH).

Arbeitsplätze in Vollzeitäquivalenten	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Anteil an Summe 2012	Veränderung 2010/2011
PV-Modul Herstellung, Installation & Handel	271	445	748	1.400					
Modul- und Zellenproduzenten					478	326	194	4,0 %	-40,40 %
Anlagenerrichter und Planer ¹					1.734	2.283	3.304	68,2 %	44,70 %
Wechselrichter	300	400	480	800	1.039	660	660	13,6 %	0,00 %
Zusatzkomponenten	193	341	487	600	593	499	423	8,7 %	-15,33 %
Forschung und Entwicklung	k.A.	43	47	70	508	413	263	5,4 %	-36,78 %
Gesamt	764	1.229	1.762	2.870	4.352	4.181	4.843	100,0%	15,2%

¹ Hochrechnung basierend auf einer Stichprobe von n=8 österr. PV-Planern und Errichtern mit durchschnittlich 18,8 Arbeitsplätzen/MWp installiert.

Tabelle1: Arbeitsplätze des österreichischen PV-Marktes (2006-2012); Quellen: 2006: Faninger (2007); 2007-2012: Erhebung und Berechnungen Technikum Wien [Biermayr, Fechner et al. 2013]

Die Erhebungen und Berechnungen der Arbeitsplatzsituation am österreichischen PV-Markt (2006 – 2012) ergaben für das Jahr 2012 insgesamt 4.843 Beschäftigte in der PV-Industrie, ca. 5,4 % davon im Forschungs- und Entwicklungsbereich. Weitere Beschäftigte sind in vor- und nachgelagerten Branchen der Photovoltaik-Industrie tätig bzw. werden Arbeitsplätze durch den Vertrieb von PV-Anlagen geschaffen, wobei hier keine offiziellen Zahlen vorliegt. Vergleicht man die Zahl der Beschäftigten der Jahre 2011 und 2012 in Österreichs produzierender Photovoltaik-Industrie, so steigerte sich die Zahl der Beschäftigten um rund 15,2% zum Vorjahr, jedoch ist dies überwiegend auf die Sparte Anlagenerrichter und –planer zurückzuführen, während die Arbeitsplätze in der Produktion zurückgingen.

Erwähnenswert ist, dass 2012 der mittlere Moduleinkaufspreis der inländischen Installateure und Planer auf annähernd 90 % des mittleren Verkaufspreises der heimischen Produzenten angestiegen ist, während dieser Wert im Vorjahr mit 57 % noch deutlich niedriger gelegen ist. Dies lässt darauf schließen, dass sich im Jahr 2012 die Wettbewerbsfähigkeit der österreichischen Hersteller im Vergleich zu ausländischen Herstellern aus Billiglohnländern deutlich verbessert hat. [Biermayr, Fechner et al. 2012]

3.4. PV (GIPV)- Wertschöpfungskette und die Möglichkeit für Österreichische Unternehmen, sich darin zu positionieren

3.4.1. Einleitung

Die Wertschöpfungskette in den GIPV-Branchen ist sehr vielfältig und lässt einige Möglichkeiten zur Positionierung der österreichischen Industrien sowie in der Forschungs- und Entwicklungslandschaft offen. Ausgehend von den diversen Herstellerindustrien, der Zulieferindustrie, Architekten- und Planungsbüros, Aus- und Weiterbildungseinrichtungen sowie zahlreichen weiteren Industriezweigen werden die GIPV-Branchen im Anschluss aufgeschlüsselt und entsprechend den Möglichkeiten für Österreich analysiert.

Ein gebäudeintegriertes Photovoltaiksystem kann grundsätzlich aus den gleichen Grundbauteilen bestehen wie ein konventionelles Photovoltaiksystem welches nicht in ein Gebäude integriert wird. Der Unterschied liegt oft nur in den zusätzlichen Komponenten welche eine Integration in das Gebäude und die gewünschte Multifunktionalität von GIPV-Systemen ermöglichen. Das Kernstück einer jeden GIPV-Anlage sind Solarmodule, welche je nach Anwendungsgebiet in Form von Dick- oder Dünnschichtmodulen ausgeführt werden. In untenstehender Abbildung werden die jeweiligen Wertschöpfungsstufen eines PV-Systems vom Rohstoff zum Modul, bis hin zur Anlagenperipherie, dem Großhandel und dem Handwerk dargestellt.

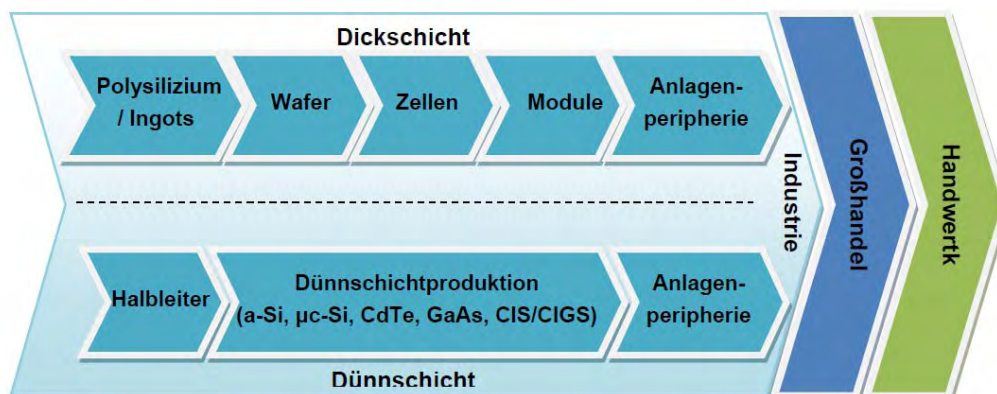


Abbildung 75: Wertschöpfungskette PV-System [Technologie-Plattform Photovoltaik, 2011].

Neben den in dieser Abbildung dargestellten Hauptkomponenten eines PV-Systems, vervollständigen diese gemeinsam mit der Anlagenperipherie, sowie dem nachgelagerten Vertrieb & Installation die Wertschöpfungskette eines PV-Systems. Die GIPV-Wertschöpfungskette beinhaltet entsprechend dem Einsatzbereich weitere Bauelemente wie multifunktionale Dach- und Fassadensysteme oder spezielle Montagesysteme.

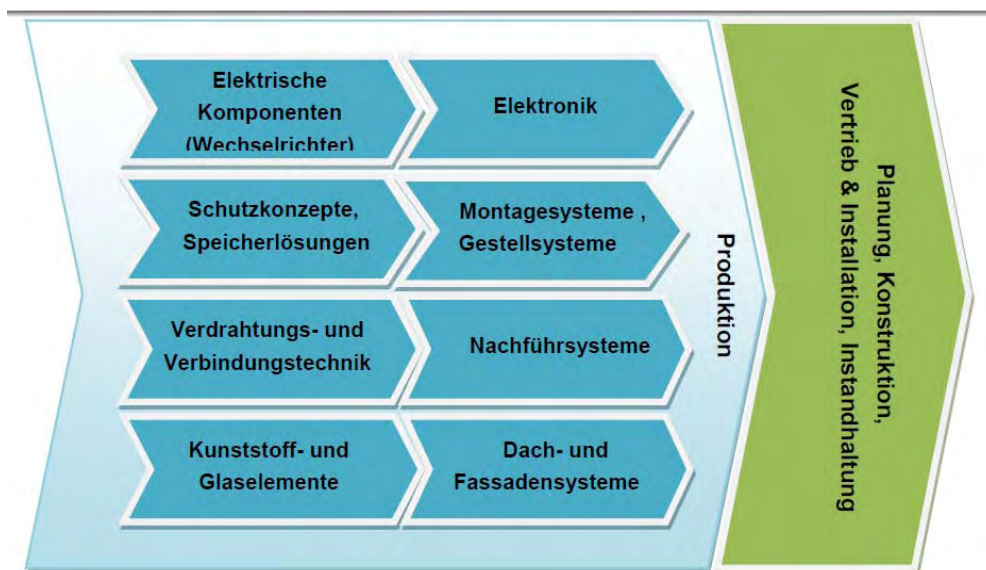


Abbildung 76: Wertschöpfungsstufen Anlagenperipherie

Die Anteile der einzelnen Wertschöpfungsstufen an der Gesamtwertschöpfung eines PV-Systems verändern sich aufgrund von neuen Technologien, Kostenschwankungen und einer Dynamik im Angebot –und der Nachfrage immer wieder. Experten des Fachausschusses Photovoltaik der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie (DGS), haben die Wertschöpfungsanteile analysiert und sind zu dem in folgender Abbildung dargestellten Ergebnis gekommen [Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie 2012].

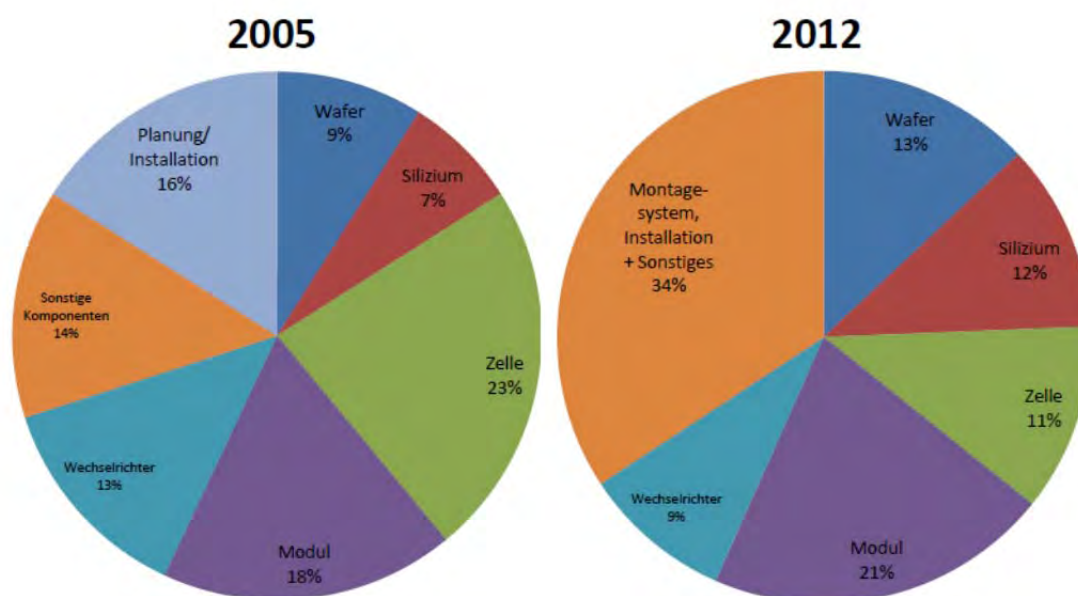


Abbildung 77: Vergleich der Wertschöpfungsanteile an einem PV-System 2005 / 2012

Anmerkung: für GIPV Systeme liegen derartige Untersuchungen nicht vor, da diese Systeme sehr anwendungsspezifisch gefertigt werden und daher der Sektor Montagesystem, Installation und sonstiges äußerst variable Werte annimmt.

Aufgrund der Tatsache, dass es derzeit keine österreichischen Unternehmen in der Silizium- und Waferherstellung gibt, kann die österreichische Wirtschaft auf Basis der Analyse der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie (DGS) im Jahr 2012 rund 75% der Gesamtwertschöpfung eines GIPV-Systems erbringen. Vergleicht man die beiden Analysen der prozentuellen Wertschöpfungsanteile an einem PV-System (obenstehende Abbildung), so kann man erkennen, dass sich die Wertschöpfungsanteile verschoben haben und speziell die Wertschöpfung der PV-Zelle vom Jahr 2005 bis zum Jahr 2012 stark an Bedeutung verloren hat (von 23% auf 11% der Gesamtwertschöpfung am PV-System).

Einen Verlust von 6% an Wertschöpfung im Vergleich zum Jahr 2005 ist auch im Bereich der Wechselrichter zu beobachten. Anteilsmäßig dazu gewonnen haben neben den Wertschöpfungsstufen der Silizium- und Waferherstellung auch die Modulherstellung und die sonstigen Komponenten wie Planung, Montage und Installation. Die vorliegenden Ergebnisse der Wertschöpfungsanalysen zeigen aufgrund von Technologieentwicklungen, Produktinnovationen und Veränderungen in den Kostenstrukturen einen Wertschöpfungstransfer in andere Unternehmen innerhalb der Photovoltaikindustrie. Für die österreichische Wirtschaft wird es wichtig sein, diese Entwicklung entlang der PV-Wertschöpfungskette genau zu beobachten und auch Unternehmen abseits der klassischen PV-Wertschöpfungskette zu analysieren welche derzeit in Photovoltaik nahen Branchen tätig sind.

3.4.2. Die erste Stufe der Wertschöpfung: Siliziumproduktion

Für Neueinsteiger in diese Industrie ist es aufgrund des hohen Marktanteils einer geringen Anzahl sehr erfahrener Hersteller schwierig. Einen möglichen Einstieg neuer Unternehmen in die Siliziumproduktion sehen Analysten dadurch begründet, um bei der Modulproduktion unabhängig von Sublieferanten und Polysilizium Preisschwankungen zu werden. Die Siliziumproduktion ist aufgrund technisch sehr aufwendiger Produktionsprozesse der kapitalintensivste Bereich in der Wertschöpfungskette bis zum Photovoltaikmodul. Der Einstieg in die Siliziumproduktion wird bei vielen Firmen durch die Strategie alle Stufen der Wertschöpfungskette abzudecken zu wollen, verfolgt. Diese Strategie bringt durch die Unabhängigkeit von Unterlieferanten und die Integration aller Stufen vom Silizium bis zum Modul in ein Unternehmen viele Vorteile und Kosteneinsparungspotenziale, aber auch völlig neue Geschäftsprozesse der Siliziumherstellung mit sich. Die aktuell größten Produzenten Hemlock Semiconductors und Wacker Chemie bringen jahrelange Erfahrung in dieser Branche mit und haben aufgrund Ihres großen Produktportfolios auch in Photovoltaik Krisenzeiten, die Möglichkeit absatzschwache Zeiten durch verstärkte Aktivitäten in anderen Wirtschaftsbereichen zu kompensieren [Wacker Chemie, 2013]. Auf dem weltweiten Solarsiliziummarkt ist derzeit mit der Activ Solar GmbH nur ein österreichisches Unternehmen vertreten, hat jedoch die Produktionsstätten in der Ukraine.

Auch wenn es derzeit keine österreichischen Siliziumproduktionsstätten gibt, ist die Abhängigkeit der produzierenden Zell- und Modulhersteller von Siliziumproduzenten groß. Die Einflussgrößen wie Preis, Qualität, Transportkosten und Kostenschwankungen von Polysilizium bzw. Wafern/Ingots, sowie die Zuverlässigkeit und Flexibilität von Lieferanten beeinflussen die Wettbewerbsfähigkeit österreichischer Unternehmen in der Photovoltaik-Industrie.

3.4.3. Zweite Stufe der Wertschöpfung: Waferherstellung

Die zweite Stufe in der Photovoltaik Wertschöpfungskette ist die Herstellung von Wafern. Ausgangsmaterial mono- und polykristalliner PV-Zellen sind Scheiben/Wafer welche aus Siliziumkristallen in einem Prozess unter hohem Energieeinsatz gewonnen werden. Durch immer dünnere Wafer und Wafer-Folien haben sich die mono- und polykristallinen im Vergleich zu Dünnschichttechnologien behauptet und mit neuen Produktionsmethoden Kostensenkungen sowie Materialeinsparungen erreicht.

In Österreich gibt es derzeit keine Hersteller welche in der Wertschöpfungsstufe der Waferproduktion tätig sind. Die der Siliziumproduktion nachgelagerte Waferherstellung hat mit ähnlichen Herausforderungen durch die starke Konkurrenz aus dem asiatischen Raum wie die Siliziumhersteller zu kämpfen. Weiters sind Waferhersteller von den Siliziumpreisen und somit von deren Zulieferern abhängig und können zum Beispiel durch die Optimierung von Produktionsprozessen deren Kosten senken. In den letzten Jahren haben sich auch viele Siliziumhersteller (wie z.B. Wacker Chemie) entschlossen, sich aus der Waferproduktion zurückzuziehen. Auch der deutsche Modulhersteller Schott Solar hat im Jahr 2012 aufgrund der aktuellen Preissituation und den starken Wettbewerbern aus Asien die Waferproduktion am Standort Jena stillgelegt.

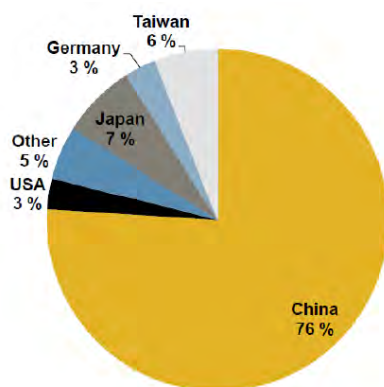


Abbildung 78: Solar Wafer Produktion (Quelle: GRANULAR POLYSILICON TECHNOLOGY , REC 2012, Solarbuzz)

3.4.4. Dritte Stufe der Wertschöpfung: Zell- und Modulherstellung

Aus den Wafern erfolgt in einem weiteren Wertschöpfungsschritt die Verarbeitung zur Solarzelle bzw. anschließend die Verschaltung mehrerer Solarzellen in Module. Derzeit sind 6 österreichische Unternehmen in der Produktion von Silizium Modulen tätig. Gerade im Bereich der Standard-Module ist der vom asiatischen Raum kommende Preisdruck enorm (siehe negative Entwicklung, wie aus nachstehende Tabelle ersichtlich ist), eine Spezialisierung auf Nischen, wie die spezielle Produkte für die GIPV könnte ein Ausweg sein.

in kW _{peak}	2008	2009	2010	2011	2012	Veränderung 11/12
Eigene Fertigung (P) ¹	67.084	60.910	111.614	86.600	60.690	-29,9%
davon Export in das Ausland (X)	62.949	54.550	86.218	68.284	43.780	-35,9%
Anteil an Fertigung in %	93,8 %	89,6 %	77,2 %	78,8 %	72,1 %	
davon Weiterverkauf in Österreich (PV)	2.447	5.560	22.941	17.306	16.270	-6,0%
Anteil an Fertigung in %	3,6 %	9,1 %	20,6 %	20,0 %	26,8 %	
Anteil an Inlandsmarkt in %	52,2 %	27,5 %	53,5 %	18,9 %	9,3 %	
davon auf Lager (31.12.2010) (L)	1.688	800	2.455	1.010	660	-34,7%
Anteil an Fertigung in %	2,5 %	1,3 %	2,2 %	0,6 %	1,1 %	
Inlandsmarkt (IM)	4.686	20.209	42.902	91.674	175.712	91,7%
Anteil an Fertigung in %	7,0 %	33,2 %	38,4 %	58,5 %	289,5%	
Nettoimport (IM - PV)	2.239	14.649	19.961	70.868	159.442	125,0%
Anteil an Inlandsmarkt in %	47,8 %	72,5 %	46,5 %	77,3 %	90,7%	

Tabelle 2: Heimische PV Modul-Fertigung in Österreich 2008 bis 2012; Quelle: Erhebung Technikum Wien.

Dünnschichtmodule

Neben mono- und polykristallinen Siliziumzellen, kommen aufgrund Ihrer Eigenschaften vor allem im Bereich der gebäudeintegrierten Photovoltaiksysteme **vermehrt PV-Module in Form von Dünnschichtzellen** zum Einsatz.

Dünnschichtsolarzellen unterscheiden sich von mono- und polykristallinen Solarzellen zum einen durch den Einsatz abweichender Ausgangsmaterialien und einem dünnen, materialsparenden Aufbau. Die sehr leichten und flexiblen Dünnschichtmodule sind im Vorteil gegenüber Dickschichtmodulen im Hinblick auf eine einfache Installation und vorherrschenden Gewichtsbeschränkungen für Dächer. Aufgrund dieser speziellen Eigenschaften eignen sich Dünnschichtzellen und -module besonders für den Einsatz als in gebäudeintegrierten Photovoltaiksystemen.

Folgende Materialien werden derzeit für Dünnschichtsolarzellen eingesetzt:

- Amorphes Silizium (a-Si)
- Cadmium-Tellurid (CdTe)
- Kuper-Indium (Gallium)-Diselenid (Cu [In, Ga]Se₂10, kurz CIS oder CIGS genannt)

Aufgrund der Tatsache, dass Modulwirkungsgrade von Dünnschichtzellen bereits 13% überschritten haben, erwarten sich Marktanalysen von Lux Research und Analysten des Nanomarktes von der CIGS-Branche ein enormes Wachstum in den nächsten Jahren. CIGS-Module können im Gegensatz zu kristallinen Produkten auch schon bei schwachem Licht und höheren Temperaturen mehr Strom liefern, was diese Art von Zellen für den Einsatz attraktiv macht.

3.4.5. Relevante aktuelle Aktivitäten in Österreich

Mit **Sunplugged und Crystalsol** (arbeiten mit Halbleitern auf Basis von Kupfer, Zink, Zinn, Schwefel und Selen) sind derzeit 2 start-ups in Österreich aktiv, die unterschiedliche Dünnschichtmodule für den Bereich der Integration von PV in Gebäuden bzw. im Mobilitätssektor entwickeln.

Das **Christian Doppler Laboratory (CDL) for Nanocomposite Solar Cells an der TU Graz** - gestartet im Juli 2008 ist nun in der phasing-out Periode – gemeinsam mit ISOVOLTAIC GmbH werden neue Materialien und Prozesse für low-cost, polymer-basierte Photovoltaikzellen erforscht und entwickelt. Fortsetzung auf Projektebene...

Im **Christian Doppler Labor „Applications of Sulfosalts in Energy Conversion“ an der Universität Salzburg** wird bzw. wurde Photovoltaikforschung betrieben, eine Form der Stromgewinnung mit Hilfe eines völlig neuartigen Halbleitermaterials. Dünnschicht-Solarzellen auf Basis von Sulfosalze werden in Salzburg entwickelt. Als Sulfosalze bezeichnet man eine Familie natürlich vorkommender, sehr komplexer Chalkogenide, mit außerordentlichen Halbleitereigenschaften.

3.5. Für PV bzw. GIPV relevante Branchen

Um eine fundierte Aussage über mögliche für GIPV relevante Branchen und Chancen für die österreichische Industrie am Weltmarkt machen zu können, werden auf Grundlage einer Branchenstrukturanalyse des Internationalen Photovoltaik-Industrieverbandes (International Photovoltaic Equipment Association, kurz: IPVEA) die wichtigsten Branchen evaluiert. Dem internationalen Verband für Maschinen und Gerätehersteller der Photovoltaik-Industrie gehören zahlreiche Unternehmen aus Europa, USA und Asien an. Seine Mitglieder umfassen die gesamte PV-Wertschöpfungskette von Firmen aus der Zell- und Modulherstellung bis hin zu Produzenten von Silizium, Wafern und Ingots. [Solarserver, Kurskorrektur, 2013]

Die Grundlage dieser Analyse bildet die Verteilung der IPVEA Mitglieder auf Industriezweige und Branchen. Damit eine fundierte Aussage über die Stärken der Branchen in der PV-Industrie gemacht werden kann muss das Unternehmensumfeld verstanden werden.

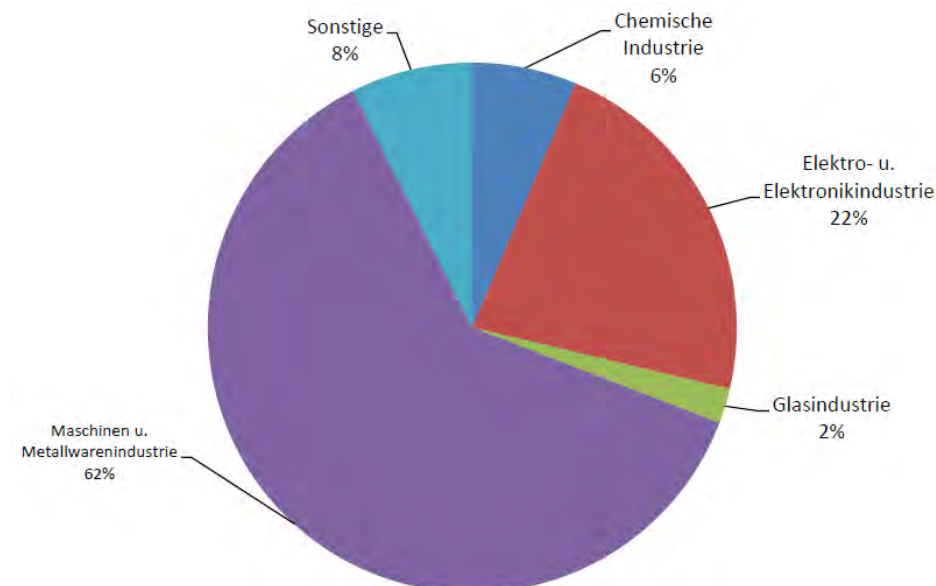


Abbildung 79: Branchenstruktur der IPVEA (Darstellung Matthias Grosinger, FH Technikum Wien)

Maschinenbau / Anlagenbau:

- Nasschemische Anlagen für die Photovoltaik, die Halbleiter- und die metallverarbeitende Industrie. Silizium reinigen, Wafer vereinzeln, Gase reinigen, Sonderanlagen, Handhabung von Zellen und Wafern, Galvanotechnik
- Integration von Verfahrenstechniken, wie z. B.: Laser-, Plasma-, Ultraschall- oder Widerstandsschweißen, Punktlöten, CO₂-Schneestrahl-Reinigung, Mikrodosieren, Warmverstemmen, Folienverarbeitung oder Krimpen
- Vakuumbeschichtungsanlagen; Anlagen zur Beschichtung von Architekturglas; Elektronenstrahl- und Plasmatechnologie; Metallbeschichtungsanlagen
- Wärmebehandlungs- und Verarbeitungsanlagen für die hochentwickelte Photovoltaikproduktion
- Montagekonzepte, Transfersysteme, Bearbeitungsmaschinen, Förderanlagen und –systeme
- Herstellungsanlagen von Photovoltaik-Dünnschichtmodulen; Front- und Back-End-Technologie beinhalten Förderanlagen, Waschen, Schneid- und Stapeltechnik sowie Akkumulatoren, Roboterhandling, Inspektionssysteme, Laserbearbeitung und vieles mehr. Hochpräzise und schonende Behandlung der empfindlichen Substrate sind dabei unser höchstes Ziel. Simulationen, MES und Leitsysteme zur Steuerung der Linienfunktionen bestimmen und synchronisieren den Produktionsprozess.
- Kunststoff-Gleitlager für Photovoltaik Nachführsysteme, Innovative Lösungen für bewegliche Glasfassaden, Mehrachsige Bewegung von Photovoltaik-Anlagen
- Lasersysteme zur Materialbearbeitung (PV-Industrie, Halbleiter, Elektronik und Feinwerktechnik)

Elektrotechnik / Messtechnik:

- Prozessoptimierung in der Produktion
- Inspektionssysteme zur Qualitäts- und Produktionsmessung (Messung von Thickness, TTV, Bow, Warp / Detection of Material Irregularities and Defects, Measurement of Mechanical and Optical Properties for the Solar Module, Paper, Plastic, Film, Foil, Glass, Flat Panel Display, Optical Media and Semiconductor Industries)
- Automatisierung in der Photovoltaikindustrie (Handhabung von Glas- und Solarmodulen, Kantenbeschnitt, Modulmontage, Löten und Querverschalten, Verpacken und Palettieren, Handhabung von Wafern und Solarzellen), Industrieroboter, modulare Fertigungszellen
- Solarstrahlungssensoren
- Verbindungshalbleiter

Chemische Industrie:

- Technische Klebebänder zur Verbindung und Montage von Solarmodulen
- Konstruktionsklebstoff, Kleb- und Abdichtsysteme
- Laminiersysteme
- Verbindungstechnik
- Metallisierungsmaterial Lösungen für kristalline Silizium-Dünnschicht- und Organische Photovoltaik-Technologien
- Herstellung von Beschichtungsmaterialien, PVD-Bedampfungsmaterialien und Hochleistungsmetallen und –materialien

Werkstofftechnik:

- Hersteller von Hochleistungsmetallen und –materialien
- Beschichtungsmaterialherstellung (z.B. Plansee)

- Hersteller für PVD-Bedampfungsmaterialien
- Beschichtungstechnik, Glasbeschichtung (Architekturglas, Automobilglas)
- Lasersysteme zur Materialbearbeitung (PV-Industrie, Halbleiter, Elektronik und Feinwerktechnik)
- Technische Klebebänder zur Verbindung und Montage von Solarmodulen (Lohmann)
- Konstruktionsklebstoff, Kleb- und Abdichtsysteme (Sika)
- Laminiersysteme
- Vakuumpumpenherstellung (für Produktion von Solarzellen)
- Überwachungs- und Auswertegeräte zur Überwachung von PV-Anlagen

Weitere Branchen:

- Bau- und Baunebengewerbe, Architektur- und Planungsbüros, Batterien und -systeme
- Versicherungen, Banken, Aus- und Weiterbildungsinstitutionen, F&E, Prüfinstitute

Diese Studie zeigt die vielfältigen Tätigkeitsbereiche der IPVEA-Mitglieder. Aufgrund der überwiegenden Anzahl von aktiven Unternehmen in den PV-Wertschöpfungsstufen der Dünnschicht-Technologien lassen diese Daten auf eine mögliche Entwicklung und Überlegungen in Richtung gebäudeintegrierter Photovoltaikmodule schließen. Ein großer Teil der untersuchten Unternehmen konzentriert sich aber nicht explizit auf gebäudeintegrierte Systeme sondern entwickelt und produziert Maschinen für alle möglichen PV-Technologien und Anwendungsbereiche. Die Auswertung der Einsatzfelder hat jedoch gezeigt, dass speziell Unternehmen welche entlang der gesamten Wertschöpfungskette tätig sind, auf Entwicklungen neuer Technologien im Anwendungsbereich gebäudeintegrierter Photovoltaik setzen. Die Kategorisierung der Wertschöpfungsstufen hat ergeben, dass 5,3% aller IPVEA-Mitglieder (5 von 94 Unternehmen) schon derzeit im Einsatzfeld GIPV aktiv sind.

Unternehmen	Industrie / Aktivitäten
3S Photovoltaics	- Photovoltaikindustrie / Anbieter von Solaranlagen im GIPV-Bereich - rahmenlose Solarmodule für Gebäudefassaden , Selbstreinigung und Hinterlüftung - Indachsysteme
ET Solar Group	- Photovoltaikindustrie / Anbieter von Solaranlagen - rahmenlose GIPV-Module - Solarmodule, schlüsselfertigen Lösungen und PV-Systemkomponenten (Wechselrichter)
M+W Group	- Industrieller Anlagenbau - Planung und Bau von Produktionsanlagen entlang der gesamten PV-Wertschöpfungskette
Sika AG	- Chemische Industrie - Kleb- und Dichtstoffe für GIPV-Anwendungen in Fassaden, Fenstern, Isolierglas - Direktkleben von Modulen anstatt Montagesystemen - Flexible Dünnschichtklebevorrichtung
Solartec s.r.o.	- Photovoltaikindustrie / Anbieter von Solaranlagen - GIPV-Module

Tabelle 3: IPVEA-Mitglieder im Bereich GIPV (Grosinger, 2013)

Ein Unternehmen entlang der gesamten PV-Wertschöpfungskette ist die Schweizer Meyer Burger Technology AG Gruppe, welche Systeme und Produktionsanlagen für die Photovoltaik anbietet und mit dem Unternehmen 3S Photovoltaics (Solar Building Technologies) innerhalb der Gruppe, gebäudeintegrierte Solarsysteme für Fassaden, Dächer und Beschattung entwickelt und produziert. Die Aktivitäten der in der GIPV-Branche tätigen IPVEA-Mitglieder (obenstehende Tabelle) sind mehrheitlich in der Produktion von PV-Modulen und dem Vertrieb von schlüsselfertigen Solarlösungen angesiedelt. Weitere Firmen kommen aus dem industriellen Anlagenbau und der chemischen Industrie. Im Zusammenhang mit innovativen Produkten, werden Produkte wie rahmenlose PV-Module für Fassaden und Dächer als auch Neuentwicklungen bei Klebe- und Dichtstoffen für eine einfache Modulmontage genannt.

Im Gegensatz zum restlichen Teil der PV-Wertschöpfungskette, welche verstärkt auf die Entwicklung kostengünstiger Produktionstechnologien forciert sind, richten die Unternehmen im Bereich GIPV deren Bestrebungen in Richtung Entwicklung von bautechnisch, energetisch und gestalterisch innovativen Modulkomponenten für die Integration in die Gebäudehülle. Dadurch, dass die Produktionstechnologien für „Standard“ PV-Module weitgehend auch für die Herstellung von GIPV-Modulen eingesetzt werden können, setzen Unternehmen ihre Schwerpunkte bei der Entwicklung innovativer baukonstruktiver Integrationslösungen (z.B. Befestigungstechnik, Ästhetik, Multifunktionalität, Entwässerungstechnik, Kombination mit konventionellen Baumaterialien).

3.5.1. Folgerungen aus der Branchenanalyse der IPVEA-Mitglieder für Österreich

Fasst man die Aktivitäten der IPVEA-Mitglieder zusammen, so spielen entlang der PV-Wertschöpfungskette vor allem der Maschinen- und Anlagenbau im Zusammenspiel mit der Automatisierungstechnik sowie der Mess- und Regeltechnik von Photovoltaik-Produktionsanlagen eine übergeordnete Rolle. Unternehmen wollen durch Entwicklung neuer und kostengünstiger Produktionstechnologien eine Steigerung der Produktionseffizienz bei gleichzeitiger Senkung der Fertigungskosten erreichen. Diese Ziele verdeutlichen die großen Anteile der untersuchten Industriezweige an der PV-Wertschöpfung und die Notwendigkeit der Integration von Mess- und Kontrollinstrumenten zur Inspektion und Qualitätskontrolle sowie der Automatisierungstechnik zur schnellen und präzisen Handhabung von PV-Komponenten im Maschinen- und Anlagenbau.

Die Situation am Weltmarkt hat sich für Maschinen- und Anlagenbauer in der PV-Industrie in den letzten Jahren deutlich in Richtung Asien verschoben. Durch den vorangegangenen Technologietransfer aus Europa konnte die Konkurrenz aus Asien entsprechend aufholen und sich durch qualitative hochwertige Produkte am Weltmarkt gegenüber europäischer Konkurrenz behaupten. Um österreichische Unternehmen vor der Konkurrenz zu schützen bzw. einen Wettbewerbsvorteil zu kreieren, ist es notwendig durch Produktdifferenzierung (GIPV) und Produktinnovationen vor allem in Sachen Produktionstechnologien, Wirkungsgraderhöhungen und Kostensenkungen aufzuholen. Die Analyse der IPVEA Mitglieder zeigt ganz deutlich, dass viele Unternehmen erfolgreich in mehreren Bereichen entlang der PV-Wertschöpfungskette tätig sind. Diese breite Aufstellung von Unternehmen bringt Vorteile durch integrierte Forschung und Entwicklung und Ausnutzung von vorhandenen Synergien. Da in der österreichischen PV-Industrie verglichen zur aktuellen Situation in Deutschland diese breit aufgestellten produzierenden Unternehmen fehlen, könnten Kooperationen oder Zusammenschlüsse von Unternehmen entlang der PV-Wertschöpfungskette zielführend sein.

3.6. SWOT - Analyse und Bedarfserhebung

3.6.1. Definition SWOT-Analyse

Die Grundidee einer SWOT-Analyse ist mit Hilfe von gesammelten Daten über die Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken einer Technologie, eine Positionsbestimmung durchzuführen und ausgehend davon Strategien zu entwickeln. Bei sich ändernden Datensätzen können die Strategien wieder neu angepasst werden. Entwickelt wurde dieses Instrument für den Einsatz in Unternehmen, zur Standortbestimmung und um mögliche Strategien für Innovationsentwicklungen abzuleiten. Grundlage für die Durchführung der SWOT-Analyse zum Thema GIPV, Forschungs- und Entwicklungschancen für Österreich, sind fundierte Kenntnisse über die aktuelle Situation welche die vorhandenen Stärken und Schwächen inkludieren. Um aber eine aussagekräftige Strategie bzw. Aussagen über die Chancen von GIPV in Österreich ableiten zu können, muss man auch die Chancen und Risiken des internationalen Marktes sowie des GIPV-Umfelds kennen und diese mit einbeziehen. Neben der internen Perspektive (Stärken/Schwächen der GIPV Forschungs- und Entwicklungschancen im Vergleich zu anderen Technologien) wird auch die externe Perspektive (Chancen und Risiken einer Strategieumsetzung) dazu verwendet um aus den Ergebnissen der SWOT-Analyse, Empfehlungen für die GIPV in Österreich abzugeben.

Methodik

Als grundlegende Daten für die Durchführung dieser SWOT-Analyse, werden die Ergebnisse aus der Branchenanalyse herangezogen. Die notwendigen Kennzahlen fließen aus der Markt- und Umfeldanalyse, Wettbewerbsanalyse, Kundenanalyse, und der Selbstanalyse der österreichischen Unternehmen entlang der GIPV-Wertschöpfungskette in die SWOT-Analyse ein, um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten. Als Ergebnis der SWOT-Analyse werden Kernkompetenzen und Erfolgsfaktoren für die österreichische GIPV Forschung- und Entwicklung ausgearbeitet.

Stärken	Schwächen
Ästhetische Vorteile von GIPV, Stadtbildpflege	Hohe Kosten, individuelle Anfertigung
Multifunktionalität von GIPV	Derzeitige Normensituation
Österreichische Industrien, die für GIPV geeignet sind, wären vorhanden (Bau-, Baustoffindustrie, Glasindustrie, Kunststoffe, Halbleiter,...)	Geringes Bewusstsein für GIPV (Öffentlich, Regierung, Verwaltung, Energiewirtschaft, Bauwirtschaft)
Kosteneinsparung durch Substitution von traditionellen Bauelementen	Bürokratie, Österreichische F&E Förderlandschaft
Aktive Forschungslandschaft; Österr. PV - Technologieplattform	Marktförderung nicht GIPV spezifisch
	Abhängigkeit von Lieferanten (Vorprodukte)

Chancen	Risiken
Stärkere Bedeutung der Energieeffizienz von Gebäuden (Gebäuderichtlinien)	Derzeitiger Baustandard ist nicht optimal für GIPV geeignet (z.B.: Dachschrägen)
Architekturtradition in Österreich, viele historische Stadtteile	Preisdifferenz zu Aufdachlösungen bleibt zu hoch
Prognostiziertes GIPV Marktwachstum in Europa, Ansteigendes GIPV-Marktvolumen	Fördermaßnahmen und Subventionen für GIPV fehlen
Integration der österreichischen Unternehmen in diese Nischenbranche	Innovative Entwicklungen durch ausländische Konkurrenz
Durch Multifunktion (vor allem Lichtmanagement) werden PV Kosten weniger wichtig	Widerstände bei Behörden
Bauwesen ist Erstkunde für GIPV	Langsames Einfließen von GIPV in die Normung
Globale Standardisierung - Kopieren von GIPV Komponenten ist schwierig	
Auch in der Dacherneuerung anwendbar	

Tabelle 4: GIPV SWOT-Analyse (eigene Darstellung)

Strategische Erfolgsfaktoren

- Eine positive Marktentwicklung in Europa bewirkt eine Veränderung von einer Nischenbranche zu einer Wachstumsbranche und erhöht die Chancen für die österreichische GIPV-Unternehmen
- Österreichische Unternehmen verfügen gemeinsam mit österreichischen Forschungseinrichtungen über das notwendige Know-how, um international wettbewerbsfähig zu sein und innovative PV-Komponenten zur Integration ins Gebäude zu entwickeln
- Energieeffizienzvorgaben für Gebäude (Nullenergiehaus, Energie Plus Haus) bieten einen besseren Zugang für GIPV als bisher und sind die wesentlichen Anwendungsgebiete für die Zukunft
- Die Integration von standardisierten, multifunktionalen, ästhetisch ansprechenden PV-Elementen anstatt maßgeschneiderten Systemlösungen soll in die Attraktivität erhöhen und eine kostengünstigere Produktion ermöglichen

- Verstärkte F&E-Aktivitäten mit Fokus auf GIPV und enge Kooperation zwischen Wirtschaft und Wissenschaft erhöhen die Marktchancen und verkürzen die Zeit von der Entwicklung bis zum marktfähigen Produkt
- Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten für Photovoltaik bestehen, der Schwerpunkt GIPV ist ausbaufähig
- Erhöhung der Leistungsfähigkeit der GIPV-Unternehmen durch Industriekooperationen und Nutzung von Synergien (Technologien und Know-how anderer Branchen)

Definition von Kernkompetenzen

- Technologisches Spezial-Know-how für die Produktion multifunktionaler/effizienter PV-Komponenten zur Integration in die Gebäudehülle
- Kooperationsbereitschaft / Nutzung von Synergien in der GIPV-Industrie
- Enge Zusammenarbeit mit der Baubranche / Substitution konventioneller Bauelemente

3.7. Entwicklung der grundsätzlich für die GIPV relevanten Branchen in Österreich

Die nachstehenden Tabellen und die Grafiken sollen die Frage beantworten, wie sich die für die GIPV-Wertschöpfung grundsätzlich relevanten Industrien in den letzten Jahren entwickelten.

Dies soll deshalb erfolgen, um den Status der relevanten Industriepartner grundsätzlich einschätzen zu können. Eine Schlussfolgerung hinsichtlich deren Bereitschaft sich im GIPV Thema zu engagieren, kann daraus freilich nicht direkt abgeleitet werden.

Sowohl die Anzahl der Beschäftigten als auch die abgesetzte Produktion zeigen im Jahr 2011 im Vergleich zu 2010 eine Wachstumstendenz.

Es wird in den folgenden Kapiteln eine umfassende Analyse der einzelnen Wertschöpfungsstufen durchgeführt, um über das Potential der österreichischen Industrien in der GIPV-Branche Aufschluss zu geben.

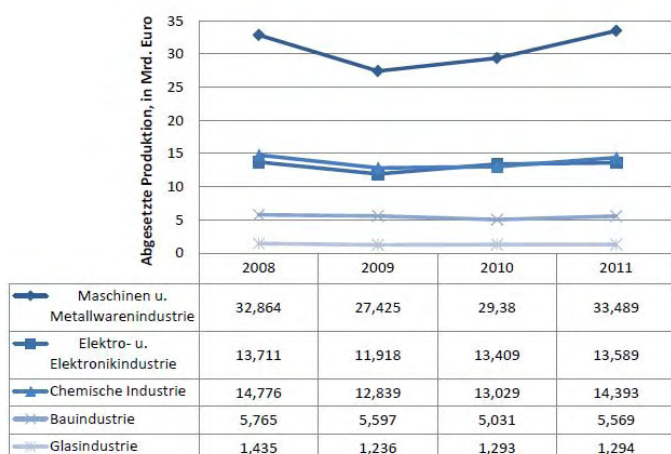


Abbildung 80: Abgesetzte Produktion nach PV verwandten Branchen 2008-2011 (eigene Darstellung, Datenquelle: Statistik Austria)

Fachverband	Zahl der Beschäftigten				Anteil 2011 in %	Veränd. zu 2008 in %
	2008	2009	2010	2011		
Maschinen- u. Metallwarenindustrie	120.085	115.368	112.639	115.857	28,65%	-3,52%
Elektro- u. Elektronikindustrie	50.201	47.376	46.911	46.587	11,52%	-7,20%
Chemische Industrie	43.477	41.656	41.742	42.966	10,62%	-1,18%
Bauindustrie	28.279	27.438	26.810	27.980	6,92%	-1,06%
Glasindustrie	9.958	8.591	8.388	8.621	2,13%	-13,43%
NE-Metallindustrie	5.190	4.968	5.094	5.737	1,42%	10,54%
INDUSTRIE insgesamt	257.190	245.397	241.584	247.748	61,26%	-3,67%

Abbildung 81: Beschäftigte in der österreichischen Industrie [Statistik Austria, 2012]

Hinsichtlich der in obenstehender Abbildung dargestellten Beschäftigungszahlen, ist in den für die PV-Industrie unter anderen relevanten Industriezweigen wie Elektro- und Elektronikindustrie, der chemischen Industrie sowie der Glasindustrie im Vergleich zum Jahr 2010 die Anzahl der Beschäftigten annähernd gleich geblieben oder sogar angestiegen.

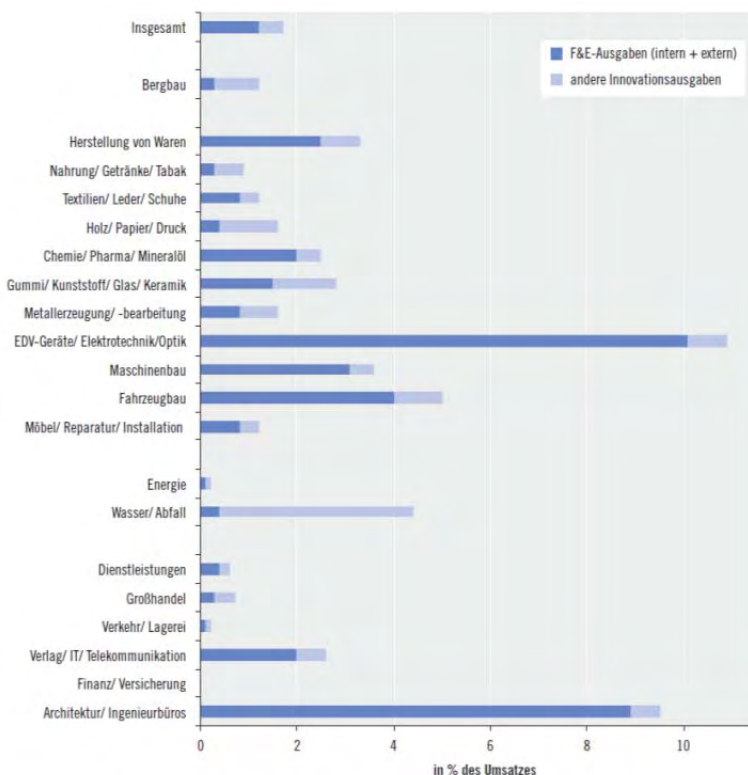


Abbildung 82: Innovationsintensität nach Branchen (Anteil der Innovationsausgaben am Umsatz – Unternehmen mit technologischen Innovationsaktivitäten) [AIT,ZSW und Statistik Austria, 2012]

Bei der Betrachtung der Innovationsausgaben in obenstehender Abbildung, wird der deutliche Abstand der Innovationsaktivitäten der Branchen EDV-Geräte/ Elektrotechnik/ Optik sowie Architektur/Ingenieurbüros aufgezeigt. Um die Bedeutung der F&E-Ausgaben für die Nischentechnologie der GIPV in Österreich beurteilen zu können, werden GIPV nahe Branchen zur Analyse herangezogen. Neben den wichtigen Branchen Maschinenbau, Gummi/Kunststoff/Glas/Keramik und Metallherzeugung/ -bearbeitung welche sich im Mittelfeld der aufgelisteten Branchenstatistik platziert haben, ist vor allem die bei F&E Ausgaben führende Elektronik/Elektrotechnik-Branche von großer Bedeutung für Photovoltaik. Auf Basis dieser F&E Ausgaben direkte Rückschlüsse auf das Potential für GIPV in den einzelnen Branchen zu ziehen, ist aufgrund der Ausgabenverteilung innerhalb der Unternehmen und der verschiedenen Gewichtung von Innovationsschwerpunkten nicht eindeutig möglich. Dennoch kann durch das in obenstehender Abbildung dargestellte Innovationsverhalten der österreichischen Branchen, eine auffällig positive Entwicklung in Branchen, welche für die gebäudeintegrierte Photovoltaik von Bedeutung sein könnten, beobachtet werden.

Bereits heute GIPV relevante Unternehmen in Österreich:

Unternehmen	Produkte, Innovationen & Aktivitäten
Ertex-solar	<ul style="list-style-type: none"> - Transparente, gelochte Zellen zur Beschattung - gebogene PV-Elemente - farbige Zellen und Modul - PV Module mit unterschiedlichen Rückseiten (Metall, Stein, Kunststoff,...) - Designverbesserungen - neue transparente Zellen
MGT-esys	<ul style="list-style-type: none"> - flächenbündiges Indachsystem - geschupptes Indachsystem
PV Products GmbH	<ul style="list-style-type: none"> - PVP-GE Doppelglasmodul mit Rahmen in poly- und monokristalliner Ausführung
PVT Austria	<ul style="list-style-type: none"> - gekühltes PV-Modul, PVT-Triple-Modul - angepasste Dreiecksmodule für Walmdächer mit mono- und polykristallinen Zellen - Black Edition (Zellen und Rahmen f. Dreiecksmodule werden automatisch berechnet und geschnitten) - Gewölbte Module für Skitunnel in Polycarbonat und Glas/Glas 2mm - PVT Speichersysteme 1phasig und 3phasig - Akku LiFeMnPO4 (4-15kWh)
Energetica Energietechnik GmbH	<ul style="list-style-type: none"> - neue zusätzliche Modulserie - Verkapselungsmaterialien - Modul Redesign - alternative Materialien

Tabelle 5: PV-Unternehmen in Österreich, (Quelle: Kurt Leonhartsberger, FH Technikum Wien)

Die in obenstehender Tabelle aufgelisteten GIPV-Unternehmen zeigen unterschiedliche Entwicklungsansätze im Bezug auf Integrationslösungen. Es fließen ästhetische, baukonstruktive als auch kostenbezogene Überlegungen in die Neu- und Weiterentwicklungen auf dem Gebiet der gebäudeintegrierten PV-Anlagen ein.

Eines dieser österreichischen Unternehmen (ertex-solar) kommt ursprünglich aus der Isolierglasproduktion und hat im Jahr 2009 das Produktportfolio mit einem selbstständigen Bereich zur Herstellung von gebäudeintegrierten Photovoltaikmodulen erweitert. Das Unternehmen MGT-esys GmbH aus Vorarlberg versucht durch innovative Produkte und Entwicklungen wie optisch ansprechende Glasfassaden und speziellen Indachsystemen seine Position am Markt zu etablieren.

Unternehmen	Produkte, Innovationen & Aktivitäten
Isovoltaic (früher Teil der Isovolta Group)	- innovative Rückseitenfolien mit Polyamid - Einkapselungsfolien - modifizierte Polyamide in verschiedenen Farben

Tabelle 6: Rückseitenfolien für PV aus Österreich (eigene Darstellung)

Die Integration von Photovoltaikerelementen in Schräg- sowie Flachdächern sind wesentliche Bestandteile der GIPV. Dachintegrationen stellen unter anderem Anforderungen an die Konstruktion, Materialien, Ausrichtung und die Ästhetik. Deshalb ist das vorrangige Ziel PV-Module in Dachdeckungsmaterialien zu integrieren, zum Beispiel in Form von Dachschindeln.

Unternehmen	Produkte, Innovationen & Aktivitäten
Prefa GmbH	- Integrierte Photovoltaik für Aluminium Stehfalzdächer - Prefa Indach PV-Module
Bramac Solar	- neue ästhetische PV- Indachmodule
Wienerberger	- KoraSun Solardachziegel
SED-Produktions-GesmbH	- Solardachsteine aus Polymatrix (Kunststoff-Regeneratverbundstoff)
Eternit – e-solar	Eternit MegaSlate®-Photovoltaik-Indachsystem

Tabelle 7: Dach-Integrationslösungen österreichischer Unternehmen (Grosinger, 2013)

Flexible Photovoltaik Module in Dünnschichttechnologie besitzen interessante Eigenschaften für den Einsatz in gebäudeintegrierten Anwendungen. Durch die flexible und leichte PV-Modultechnologie kann ein GIPV-Modul an die meisten Dach- und Fassadenkonstruktionen angepasst werden. Flexible Dünnschichtmodule stellen auch hohe Anforderungen an die Oberflächenbeschichtung bzw. an das Trägermaterial.

Unternehmen	Produkte, Innovationen & Aktivitäten
Crystalsol GmbH	- Dünnschichtfolien auf CZTS-Basis - Entwicklung einer neuen Photovoltaikfolie welche kostengünstig hergestellt und in verschiedenen Ausführungen einfach in Gebäudeelementen integriert werden soll

Tabelle 8: Flexible PV-Module Österreich (Grosinger, 2013)

Wertschöpfung Elektronik-/Wechselrichterbranche

Ein Wechselrichter ist ein elektronisches Bauteil, mit der Aufgabe, den von der PV-Anlage erzeugten Gleichstrom in Wechselstrom umzuwandeln, damit dieser ins öffentliche oder private Stromnetz eingespeist werden kann. Neben der Stromwandlung als Hauptaufgabe, übernehmen Wechselrichter auch noch folgende Aufgaben:

- Steuerung des Betriebsablaufs des PV-Systems
- Schutz für Stromnetz und Solargenerator
- Nutzung als Kommunikationsschnittstelle
- Aufbereitung und Qualitätssicherung des erzeugten Wechselstroms

Unternehmen	Produkte, Innovationen & Aktivitäten
Fronius GmbH	- Wechselrichter mit integriertem Energiemanagement - Outdoor Wechselrichter
Infineon	- Diverse Elektronikbauteile für Wechselrichter

Tabelle 9: Wechselrichter-Hersteller für PV Österreich (Grosinger, 2013)

Verdrahtungen, Verbinder

Unternehmen	Produkte, Innovationen & Aktivitäten
Lapp Austria GmbH	- Leitung zum Anschluss von Photovoltaikmodulen (vernetztes Polymer als Schutz) - Anschluss- und Steuerleitungen, Energieleitungen - Kabelverschraubungen, Steckverbinder
Gebauer & Griller GmbH	- Kupferflachdrähte als Zellverbinder - Ableitungsdrähte zur Herstellung von mono- und polykristallinen Solarmodulen

Tabelle 10: Verdrahtungs- und Verbindungstechnik für PV (Grosinger, 2013)

Schutzkonzepte:

Unternehmen	Produkte, Innovationen & Aktivitäten
Dehn Austria GmbH	- Funkstrecken-Ableiter mit Gleichstrom-Unterbrechung für PV-Generatorstromkreise - Überspannungs-Ableiter - Blitzschutz

Tabelle 11: PV Schutzkonzepte Hersteller Österreich (eigene Darstellung)

Maschinenbau:

Unternehmen	Produkte, Innovationen & Aktivitäten
Ebner, Leonding	Fertigungsstraßen für CIGS Dünnschicht, CIS, CIGS, CdTe oder andere Dünnschicht-Hitzebehandlungen oder Selenisierung/Aktivierung.
LISEC	Innovative Einzel- und Gesamtlösungen im Bereich der Flachglasverarbeitung und -veredelung. Das Leistungsportfolio umfasst Maschinen, Automationslösungen und Services. Die weltweite Präsenz wird mit über 1.700 Mitarbeitern sowie 40 Tochterfirmen garantiert. Die Exportquote liegt bei mehr als 90 Prozent.
RICMAR, Tirol	Das Unternehmen beschäftigt sich mit der Entwicklung, Herstellung und dem Vertrieb von Produktionsmaschinen für die Halbleiterindustrie (Plasmamaschinen, Lasersysteme etc.) Im Unternehmen sind derzeit 27 Dienstnehmer am Standort in Kramsach beschäftigt. (dzt. Insolvenz mit Sanierungsplan)
EV Group, St. Florian am Inn	EV Group (EVG) ist der führende Hersteller von Prozessanlagen zur Waferbearbeitung für die Halbleiterindustrie, die Mikrosystemtechnik und die Nanotechnologie. In enger Zusammenarbeit mit einem weltweiten Kundenkreis entwickelt EV Group ausgereifte Anlagen zur Herstellung von Mikro- und Nanobauteilen. Das Produktspektrum umfasst Lithographieanlagen, Waferbondanlagen und Inspektionssysteme welche am Firmenstandort in St. Florian gefertigt werden.
CPA saw wire, Oberösterreich	CPA Filament GmbH - Sägedraht für die Silicon Wafer Erzeugung In Fürstenfeld bei Graz entsteht derzeit die modernste Saw Wire-Fabrik der Welt zum Schneiden der Wafer für die Halbleiter- und Photovoltaik - Industrie. Der Produktionsstart ist für das 2. Quartal 2012 vorgesehen. In der ersten Ausbaustufe werden 28 Mio. km hochwertiger Saw Wire im Durchmesserbereich von 0,16 - 0,08 mm erzeugt. Es ist geplant, die Produktion in rascher Folge in 4 Ausbaustufen auf 225 Mio. km auszubauen und ab der zweiten Ausbaustufe auch Diamond Saw Wire zu produzieren.
PTS Austria, Kärnten	Lag die Kernkompetenz in den ersten Jahren noch bei der Entwicklung von Stringlötautomaten mit konventioneller Technologie, sehen wir uns heute in der Lage komplette Turn-Key-Modulproduktionsanlagen mit revolutionärer string@once-Technologie anzubieten.

Tabelle 12: PV Maschinenbau

Speicherlösungen:

Unternehmen	Produkte, Innovationen & Aktivitäten
Neovoltaic AG	Lithium-Ionen-Hochleistungsbatterie mit Energiemanagement
Energy 3000	Innovative Blei-Akkulösungen
Banner	Solarbatterien
Gildemeister	Vanadium Redox-Batterien

Tabelle 13: PV Speicherlösungen Hersteller Österreich (Grosinger, 2013)

Montagesysteme, Fassadensysteme, Intelligente Gebäudehüllen

Unternehmen	Produkte, Innovationen & Aktivitäten
Welser Profile	Welser Profile ist der führende Hersteller von Spezialprofilen, -profilrohren und kompletten Profilsystemen aus Stahl, Edelstahl und Nichteisenmetallen für die PV-, die Solarindustrie, die Agrar- oder Umwelttechnik, sowie die Bauindustrie. Mehr als 1800 Mitarbeiter in den Produktionsstätten Ybbsitz (A), Gresten (A) und Bönen (D) sind beschäftigt.
Alumera Systematic Solutions GmbH	- Befestigungslösungen für Schrägdächer, Flachdächer und Freilandanlagen - Aluminium Profile
Hörmann Interstall GmbH & Co KG	- Montageschienen und Halterungen - Indachsystem mit innovativem Entwässerungskonzept
GIG Holding AG	- Innovative Fassadensysteme
S.S.T GmbH	- Befestigungssysteme für Aufdach- und Indachanlagen
Alu König Stahl GmbH	- Montage- und Fassadensysteme - Gesamtanbieter von Dach, Fassaden und Freilandanlagen
Voest Alpine	Einbaufertige Lösungen für Photovoltaik-Freiland-Unterkonstruktion und Tracker
FIBAG, Stmk.	Fassadenbau

Tabelle14: PV Montagetechnik (Grosinger, 2013)

Potentielle Mitbewerber

Die potentiellen Mitbewerber der Modul- und Zellproduzenten im GIPV-Bereich, müssen sich jedoch auch einer Vielzahl von starken Konkurrenten am internationalen Markt stellen. Es sind vor allem große Unternehmen mit hohem Bekanntheitsgrad, welche sich derzeit am Markt behaupten können und die größten Marktanteile besitzen. Unter ihnen findet man internationale Konkurrenz wie Scheuten Solar, Sapa Solar, Canadian Solar, Centrosolar, Sharp, Schott Solar, Dyesol, Crystalsol, Sulfurcell, SunPower, SunTech, Yingli Green Energy, Dow Solar und viele weitere Firmen.

3.8 Analyse der Rahmenbedingungen, die förderlich bzw. dieser Entwicklung auch hinderlich sein können; Skizzierung von Maßnahmen, die mögliche Barrieren reduzieren

Die EU Gebäuderichtlinie, die vorschreibt, dass ab 2020 alle neuen Gebäuden „nearly zero energy buildings“ sein müssen, ist der wesentlichste Treiber der gebäuderelevanten Photovoltaik in Europa, da die Energieproduktion am Gebäude nahezu ausschließlich auf die solaren Energien – und dabei speziell die Photovoltaik – fokussiert ist.

Die Frage, die sich daher stellt, ist weniger „ob“ PV weiterhin am Gebäude an Relevanz zunehmen wird, sondern „in welcher Form“ PV am Gebäude installiert bzw. in die Gebäudehülle integriert ist.

In der GIPV Studie des Klima- und Energiefonds wurden folgende Argumente für eine Mehrförderung von GIPV gegenüber „Standard-PV“ aufgelistet: (GIPV Studie, Fechner et al. 2009)

- Neue Potenziale werden ausgeschöpft. Ein Teil der bestehenden Potenziale wird ohne eine Gebäudeintegration nicht ausgeschöpft. Viele Projekte werden trotz verfügbarer Fläche und verfügbarem Budget sowohl aus architektonischen Gründen (z. B. Denkmalschutz, Schutz historischer Bausubstanzen) als auch aus ästhetischen nicht realisiert werden.
- Langfristig könnten Akzeptanzprobleme gegenüber PV auftreten (ähnlich wie bei Windkraft), falls ein nicht mit der gebauten Umwelt vereinbarer PV- Ausbau stattfindet. Angesichts der in Österreich zahlreich existierenden historischen Gebäude muss dieser Punkt besondere Beachtung finden.
- Die Etablierung eines Inlandsmarkts für GIPV bedeutet die Entwicklung technologisch fortgeschrittener Produkte. Das bedeutet die Schaffung qualifizierter Arbeitsplätze. Langfristig gesehen bedeutet das eine Positionierung der Industrie und eine Sicherstellung der Exporte.

In Deutschland wurde 2004 eine um 5€Cent erhöhte Förderung für PV Fassaden angeboten, um die geringeren Erträge und den erhöhten Aufwand etwas zu kompensieren; der Effekt blieb allerdings aus, GIPV fristet bis heute ein absolutes Nischendasein in Deutschland. Jedoch gibt es bis heute immer wieder Stimmen, die eine Neubelebung der GIPV fordern:

„Eine Förderung der BIPV bei verminderter Förderung der Standard-PV würde die Wertschöpfung im Inland erhöhen, also Arbeitsplätze in Deutschland schaffen, denn die BIPV ist sowohl in der Planung als auch bei der Montage aufwendiger. Seit 2008 hat der Anteil für Montage an den Gesamtkosten eines PV-Systems ständig zugenommen, weil der Anteil der Module aufgrund des Preiseinbruchs bei PV-Modulen stark zurückgegangen ist. Während die Preise von PV-Modulen sich nach dem Weltmarkt richten, hängen die Installationskosten von nationalen, teilweise regionalen Faktoren ab. Beispielsweise kostet in Deutschland die Installation von PV auf Privathäusern nur halb so viel wie in den USA, was nicht auf niedrigere Löhne sondern auf mehr Erfahrung zurückzuführen ist. Einen ähnlichen Lernkurveneffekt könnte auch die BIPV erzielen, wenn sie entsprechend gefördert würde. Solar- und Bauwirtschaft würden gleichermaßen profitieren. Die BIPV würde dann auch verstärkt bei energetischen Sanierungen eingesetzt.“ (Andreas Karweger, Geschäftsführer des Economic Forum (München – Bozen) und Organisator des ENERGY FORUM on Solar Building Skins, Brixen, Italien, Quelle: Solarserver, 2012)

Beispiel: Frankreich

In Frankreich waren die Fördersätze für Standard-PV deutlich niedriger als in Deutschland; jedoch gab es von Anfang an eine relativ starke Förderung der GIPV. Dies hat dazu geführt, dass konventionelle Aufdachanlagen, die mit Billigimporten bedient werden können, in Frankreich weniger nachgefragt wurden. Der hohe Bonus für GIPV sollte eine Marktdifferenzierung bewirken und Frankreich vor der Massenware des damaligen Weltmarktführers Deutschland abschotten. Die Franzosen sind außerdem davon überzeugt, dass PV-Module zunehmend ins Gebäude integriert und sich zu einem gängigen Bauprodukt entwickeln werden, dessen Einsatz wirtschaftlich sinnvoll ist, weil es andere Baumaterialien substituiert [Fabien Crassard 2007].

GIPV kann derzeit aus folgenden Gründen kostenmäßig nicht mit der Standard PV konkurrieren:

- Teurer, weil aufwendiger in der Installation
- Wenig GIPV geeignete Produkte am Markt, oft keine Standardprodukte
- Als Gebäudeelement werden diverse Baurichtlinien und Normen schlagend, die zu Planungsunsicherheiten und damit letztendlich auch zu Mehrkosten führen
- Oft geringerer PV-Ertrag, wenn keine optimale Ausrichtung, Neigung oder Hinterlüftung erreicht werden kann

Weitere Barrieren:

- Mangelndes Know-how bei Planern, Architekten und Baumeistern über die Möglichkeiten, PV ins Gebäude zu integrieren. Dies ist einerseits auf die fehlende

Als die GIPV positiv beeinflussenden Rahmenbedingungen können angesehen werden:

- EU Gebäuderichtlinie
- Wunsch nach ästhetischen PV Anlagen
- Attraktivität für Architekten, Immobilienentwickler, Hausbesitzer, Firmen,...

Folgende Maßnahmen werden daher vorgeschlagen

- Baumeister/Architektenschulung (für Hochschule und Professionisten)
- Demo-Projekte – Großprojekte (evtl. öffentlicher Institutionen, die die Synergie zwischen moderner Baukultur und PV offen zeigen); möglich wäre es auch „Bürgersolarkraftwerke als GIPV Demonstratoren zu entwickeln.
- Ein österreichweiter GIPV Breitentest mit intensivem Monitoring und wissenschaftlicher Auswertung
- Entwicklung einer geeigneten GIPV Förderung, deutlich höher als die Förderung von „Standard PV“
- Bürgersolarkraftwerke, die nicht auf der grünen Wiese, sondern als architektonisch interessante PV-Gebäude konzipiert werden

3.9. Vorschläge für einen österreichischen GIPV F&E Schwerpunkt

Bevor auf die notwendigen F&E Förderungen im Detail eingegangen wird, soll die Wichtigkeit des Zusammenspiels mit der Marktförderung explizit betont werden:

3.9.1 Marktförderungen

Marktförderungen müssen Hand in Hand mit der Forschungsförderung gehen, um – wie schon bei der „konventionellen Photovoltaik“ – zu massiven Preisreduktionen führen zu können.

Markt-Förderungen für GIPV, die sich deutlich von den Förderungen für Standard-PV abheben, wirken extrem unterstützend, um neue F&E-Ergebnisse rasch in die Umsetzung bringen zu können. Das französische Modell der Förderung für GIPV Anlagen sollte dabei eingehend analysiert werden und seine Beispielwirkung und deren mögliche Anwendung in Österreich evaluiert werden.

Generell wird von innovativen Unternehmen bemängelt, dass zwar ausreichende F&E-Mittel zur Verfügung stehen, in der Markteinführungsphase aber auf keine Unterstützung zurückgegriffen werden kann. Aufgrund der üblicherweise notwendigen Adaptionen und Optimierungen der Produktionsprozesse, wäre es daher wesentlich, auch für die Produkteinführung in den Markt auf Fördertools zurückgreifen zu können, damit ausgereifte Produkte innerhalb kurzer Produktentwicklungszeiten auf den Markt kommen.

Im Photovoltaikbereich könnte eine zugunsten der GIPV geänderte Förderung genau diese Funktion übernehmen.

Sinnvoll könnte es dabei sein, die Differenz zwischen der herkömmlichen PV Förderung und der Förderung für nachweisliche GIPV-Anlagen entsprechend hoch zu halten; die Spannbreite der erhöhten Kosten von GIPV-Anlagen reicht von etwa 30 Prozent bis zu einem Vielfachen der inzwischen stark gesunkenen Standard-Installationen. Wenn davon ausgegangen wird, dass die weitere allgemeine PV-Förderung in Österreich zumindest auf dem derzeit niedrigen Niveau bleibt, oder in den kommenden Jahren sogar ganz eingestellt wird, so wäre es notwendig, die GIPV mit einer Größenordnung von etwa 500-800 € pro kW über der Standard-PV zu fördern, wobei auch hier eine jährliche Verringerung angedacht werden kann.

Zusätzlich könnten Dacherneuerungen (ohne Dachaus-, -um oder -aufbauten), wie beispielsweise eine einfache neue Dachdeckung, eine Förderung erhalten, wenn im Zuge dessen GIPV in das Dach integriert wird.

Abweichungen von der „optimalen Ausrichtung und Neigung“ der PV-Module werden energiewirtschaftlich immer sinnvoller:

Bereits heute sichtbare Preisreduktionen des Stromes zu Erzeugungsspitzenzeiten der Photovoltaik am Strommarkt lassen es sinnvoller erscheinen, Abweichungen von der erzeugungstechnisch optimalen 30° Süd-Montage zu forcieren und GIPV-Elemente im gesamten Halbraum Ost-West zu installieren bzw. dies auch explizit zu fördern. Somit könnte eine bessere Verteilung der Stromerzeugung weg von der Mittagsspitze hin zu einer breiteren Vormittags-Nachmittags-Kurve erreicht werden und somit ein besserer Erlös für

den erzeugten Strom lukriert werden. Darüber hinaus können sogar auch weitere Abweichungen Richtung Nord interessant werden, vor allem, wenn die Neigung in einem Bereich um oder unter 30° bleibt. Eine Diplomarbeit zu diesem Thema ist derzeit (Juni 2013) an der FH Technikum Wien, gemeinsam mit dem Institut für Zukunftsenergiesysteme (IZES) Saarbrücken in Arbeit. [Lukits, 2013]

Zusätzlich zu den Anwendungsgebieten der konventionellen Photovoltaik am Dach, wird speziell durch Fassadenintegrationen der Glasindustrie, die in Österreich sehr stark vertreten ist, eine größere Bedeutung für die GIPV-Branche zukommen. Ein Vergleich zeigt, dass nur sechs andere Industriezweige mehr für technologische Innovationsaktivitäten in Österreich ausgeben als die Glasindustrie – was ein F&E-Potential für die PV in diesem Industriesegment aufzeigt.

Bei Einführung einer derartigen Förderung wäre es aber wesentlich, eine sehr genaue Definition von GIPV zu Grunde zu legen (siehe Einführung zu dieser Studie), sowie darüber hinaus zumindest punktuell Überprüfungen bei den installierten Anlagen zu machen, bzw. den Integrationseffekt durch Bildnachweis belegen zu lassen.

3.9.2 Themen der Forschungsförderung

Im Rahmen des Marktausblicks zur erfolgreichen Umsetzung gebäudeintegrierter Photovoltaik, beschreibt Herr Ingo B. Hagemann in seinem Buch den notwendigen Entwicklungsprozess für Forschungsaktivitäten folgendermaßen:

„Die Entwicklung solcher Bauprojekte mit PV erfordert eine anwendungsorientierte Forschung, bei der die einzelnen Entwicklungsphasen eng ineinander greifen und frühzeitig auf die praktischen Anforderungen am Gebäude ausgerichtet sind [Hagemann, 2002].“

Folgende Themenkomplexe mit wesentlichem Forschungsbedarf ergeben sich aus heutiger Sicht:

Thema 1: Material/Zell/Modulforschung

Die beiden Wertschöpfungsstufen der Modulherstellung (21 Prozent), sowie der Montage und Installation (34 Prozent), machen 55 Prozent der Photovoltaik-Gesamtwertschöpfung aus. Aufgrund des hohen Stellenwerts dieser beiden Segmente, bietet sich an, verstärkt auf diese Themenbereiche einzugehen, um besonders große Potentiale für eine Steigerung der heimischen Wertschöpfung bei PV-Anlagen zu adressieren. Materialforschung für verbesserte optische/elektrische/umwelttechnische Eigenschaften; Lebensdauerfragen.

Folgende Themen für GIPV Forschung wurden dazu in der Österr. Technologieplattform Photovoltaik im Detail identifiziert (Quelle: Gabriele Eder, OFI)

3 Kern-F&E-Themenschwerpunkte:

- Flexible PV-Lösungen für bestehende Dächer (Altbau)
- Multifunktionale Integration von PV in neue Gebäude (Neubau)
- PV-Verglasung und PV in Gebäudeteilen

Die sich dabei stellenden Forschungsfragen im Detail:

Flexible PV-Lösungen für bestehende Gebäude farbliche und optische Flexibilität

- unterschiedliche Effekte in der Gestaltung der Zelloberflächen
- Einfärbung von Backsheets: Polymere (Einfärbung des Kunststoffes) oder Glas (Beschichtungen)
- Farbliche Gestaltung von Zellverbindern und Leiterbahnen;
- Veränderte Zellkontaktierungskonzepte (z.B. über Rückseiten oder gezielt als gestalterisches Element - „Muster“)

Erweiterte Trägermaterialpalette für PV-aktive Einheiten:

PV integriert in diverse erprobte Dachbaustoffe wie Dachziegel, Schindeln, Dachbleche, Keramikplatten; Folien (Rollenware...);

- Integration von PV in kulturell etablierte und industriell gefertigte Dach-Baustoffe
- welche Trägermaterialien mit PV-aktiven Schichten kombinierbar?
- die Materialauswahl muss nach den Kriterien
 - chemische Materialverträglichkeit bei Materialkombinationen
 - Verbindungen in Multimaterialverbunden (Verklebungen,)
 - Witterungsstabilität; Langzeitstabilität. der Zell-Einkapselungen, Beschichtungen....
 - Mechanische und elektrische Anforderungen (Isolationseigenschaften, ...)

Flexible Trägermaterialien erfordern Dünnschichtzellen mit akzeptablem Wirkungsgrad und guter Langzeitstabilität

- Entwicklung Dünnschichttechnologien mit Fokus auf Verbesserung der
 - hohe Sauerstoffanfälligkeit der Zellen
 - Langzeitstabilität
 - Wirkungsgrad
 - Neue Einkapselungen
- Noch im Entwicklungsstadium; **PV-Farben und Anstriche** für verschiedenste Baumaterialien z.B. Metallbleche,
 - große Flächen leicht beschichtbar -> niedrige Wirkungsgrade eher akzeptabel
 - Stromabführung
- Dach-PV-Lösung für Neubauten „**PV- als Flachdachhaut**“; kombinierte Lösung mit Dachoberschicht
- PV „**easy 2 install**“ für gemeinnützige Bauten : Schulen, Spitäler, Gemeindebauten.....
- **Multifunktionale Gebäudeelemente : PV+**
 - Leuchtende PV Elemente für Fassadenintegration (Fassaden-Leuchtanzeige)
 - Photovoltaic powered Smart Windows
 - Tageslichtsteuerung in Gebäuden mit konzentrierenden Photovoltaiksystemen
 - Regendichte Laubengänge–Überdachung mit Photovoltaikerelementen

PV Verglasungen stellen eine elegante, wenngleich selten kostengünstige Möglichkeit der PV Nutzung dar.

Ziele:

- Kostenreduktion
- Farbliche (ästhetische) Gestaltung
- Übernahme bautechnischer Funktionen
- Erfüllung von Sicherheitsstandards

Beispiele: Lichtkuppeln, Vordächer, Wintergärten, Überdachungen, Verschattungen...

-> die **Multifunktionalität der Gebäudeteile** steht dabei im Mittelpunkt.

Ein GIPV Schwerpunkt für Österreich sollte aber breiter d.h. über die definiert werden, weshalb begleitend folgende Themen von großer Wichtigkeit sind:

Thema 2: Licht- und Energiemanagement im urbanen Raum

- Beleuchtungs- und Belichtungseffekte können speziell im urbanen Raum durch integrierte PV erreicht werden. Für Stadt- und Raumplaner ergeben sich somit neue Mittel, um Lebensräume in der Stadt zu gestalten. Dies kann auch abseits des direkten Gebäudes sein: Bahnsteigüberdachungen, Wartehäuser im Bereich des öffentlichen Verkehrs, aber auch (Teil-)Überdachungen von öffentlichen Plätzen (z. B. Marktplätzen), Straßen, Brücken und anderen Infrastruktureinrichtungen könnten dabei angedacht werden. Für viele derartige Anwendungen existieren weltweit einzelne Demo-Projekte, aus denen Erfahrungen bezogen werden können.

Thema 3: Businessmodelle, regulative und andere Rahmenbedingungen

- Geschäftsmodelle sind zu entwickeln, wobei vorab eine Analyse erforderlich ist, welche heutigen Rahmenbedingungen hinderlich dafür sind, bzw. welche Änderungen sinnvoll wären. In vielen Bereichen kann dabei auf bereits vorhandene Arbeiten aus dem Smart Grids Bereich zurückgegriffen werden.

Thema 4: Synergien mit anderen urbanen Trends

- Studien, wie durch den verstärkten Einsatz der Photovoltaik im urbanen Umfeld Synergien mit anderen ökosozialen Trends erreicht werden können. Darunter könnte der Trend zur Dachbegrünung sein, da sich das Flachdach im städtischen Bereich massiv durchsetzt und der Wunsch nach Verbesserung des Mikroklimas Dachgärten eine Priorität einräumt, wenn es darum geht, neue Lebensräume für Erholung in der Stadt zu schaffen. Andere Trends, wie die Elektromobilität oder die generell neuen Formen der städtischen Mobilität (carsharing, etc...), aber auch Trends wie neue Lebens- und Erholungsräume für die weniger mobile, ältere Generation, sind dabei anzudenken. Solare Bürger- und Gemeinschaftskraftwerke, die den Stadtbewohnenden die Möglichkeit bieten, anteilmäßig für ihr eigenes Stromaufkommen zu sorgen, könnten im Sinne der individuellen Klimaverantwortung Verbreitung finden, sollten aber auch den Aspekten der GIPV entsprechen und nicht außerhalb der Stadt auf Grünflächen installiert werden.

Thema 5: Flächenverfügbarkeiten, -konkurrenz

- Weitergehende Untersuchungen zum Thema Flächenkonkurrenz; wobei hier nicht nur die Konkurrenz Photovoltaik/Solarthermie adressiert werden sollte, sondern auch der Wettbewerb der verfügbaren Dachflächen für Grünraum oder Stromgewinnung (PV). Aber auch aktuelle bautechnische Trends, die für eine Verringerung des Platzes auf Dach und Fassade sorgen wie z. B. Schwimmbäder am Dach sind zu beachten.

Thema 6: Integration der Photovoltaik über die direkte Gebäudehülle hinaus

- Systemtechnisch ist die zuverlässige Vermeidung der Abgabe von Erzeugungsspitzen eine Herausforderung, die kreative Lösungen erfordert. Auch hier sollen speziell die Vorarbeiten im Themenfeld Smart Grids vernetzt werden.

Thema 7: GIPV-Integration bei Dacherneuerungen

- In Städten birgt vor allem der Gebäudebestand hohes Potential. Aufgrund der heute verfügbaren Technologien wird PV im Bestand meist nur bei umfassenden Dachsanierungen mit Dachausbauten oder Sanierungen des Dachstuhls umgesetzt. Die Integration von GIPV in einfache Dacherneuerungen (bei denen nur die Dachdeckung erneuert wird), würde das Potential für die Umsetzung von GIPV um ein vielfaches erhöhen. Aus diesem Grund könnte sich ein weiterer Forschungsschwerpunkt mit der Entwicklung von Systemen und Konzepten zur einfachen Integration von PV in Dacherneuerungsprojekte ohne Um-/ oder Aufbauten beschäftigen.

3.9.3.Relevante, geplante und den F&E Bereich GIPV unterstützenden Aktivitäten der österreichischen Technologieplattform Photovoltaik (www.tppv.at)

Im Rahmen der Österreichischen Technologieplattform Photovoltaik, die mit Unterstützung des BMVIT 2008 ins Leben gerufen wurde und seit 2012 als selbstfinanzierter Verein geführt wird, wird dem Thema GIPV großer Stellenwert eingeräumt.

Folgende Aktionen wurden bereits durchgeführt, um GIPV als nationale Stärke in der Photovoltaik zu positionieren:

- Durchführung mehrerer Workshops mit Industrie und Forschung zur Identifikation von F&E Notwendigkeiten im GIPV Bereich. (zuletzt am 19.3.2013 im AIT); geplant ist davon ausgehend eine dauerhafte „TPPV Academy“ einzurichten, wo die teilnehmenden F&E Partner über koordinierte Lehrveranstaltungen dauerhaft das Thema GIPV in die produzierenden Unternehmen implementieren, um die Fachexpertise in den Spezialthemen (Werkstoffwissenschaften, Umweltanalytik, chemische Materialverträglichkeiten, Halbleiterphysik, etc...) deutlich zu erhöhen.
- Strategische Anbahnung eines größeren GIPV-Forschungsschwerpunktes, über dessen Status bei jedem Plattformtreffen berichtet wird.

- GIPV-Schwerpunkt auf der von der TPPV organisierten 11. nationalen **PV Fachtagung**, die am 19. und 20. November 2013 in St. Pölten stattfinden wird, und zu der etwa 300 FachexpertInnen erwartet werden.
- Erstellung eines Leitfadens zur Realisierung von GIPV Anlagen; diese Broschüre ist in Vorbereitung (Stand Juni 2013), Eco-Plus NÖ wird die Finanzierung übernehmen

Darüber hinaus wird innerhalb der TPPV eine nationale „Gesamt-GIPV Strategie“ vorbereitet, die auf folgende Elemente setzt:

- **Bewusstseinsbildung** bei ArchitektInnen, BaumeisterInnen, PlanerInnen, ImmobilienerrichterInnen und -erhalterInnen.
- **Integration in die Lehrveranstaltungen auf Hochschulen**, in der Architektur- und Baumeisterausbildung, sowie bei HaustechnikplanerInnen; dazu ist eine Broschüre geplant, die von Eco-Plus/NÖ finanziert wird.
- Forcierung von **GIPV-Demo-Projekten bis hin zu einem GIPV Breitentest** mit umfassenden wissenschaftlichen Monitoring; u. a. könnten diverse Aktivitäten im Rahmen von Bürgersolarkraftwerken als GIPV-Anlagen ausgeführt werden (an prestigeträchtigen Plätzen in der Stadt); damit könnte der Innovationskreislauf durch Auswertung realisierter Projekte beschleunigt werden.
- **Information an MeinungsbildnerInnen und EntscheidungsträgerInnen**, GIPV-Anlagen in ihrem Umfeld zu errichten; z. B. an öffentlichen Gebäuden, von Gebietskörperschaften und anderen öffentlichen Institutionen (dies hätte Vorbild-/ Leuchtturmwirkung). Als Vorbild kann dabei die GIPV-Fassade an der Wirtschaftskammer Österreich gesehen werden.
- **Erstellung von Foldern, Flyern sowie Vortrags- und Ausbildungsunterlagen**, die für Vorträge auf Hochschulen, technischen Fachschulen und im Rahmen der postgraduellen Ausbildung von mehreren ExpertInnen der Technologieplattform verwendet werden können. Darin soll auch auf die „values beyond energy“ eingegangen werden. Vorbild dazu kann die entsprechende Publikation im Rahmen von IEA PVPS Task 10 sein („Analysis of PV System's Values Beyond Energy“), die von Prof. R. Haas und anderen im Jahr 2007 im Auftrag des BMVIT erstellt wurde.
- Diskussion mit der **Architektenkammer und anderen relevanten Landesvertretungen** über Zusammenarbeit im Bereich der GIPV.
- Fachartikel in **Fachmagazinen und Journalen**, die das Thema GIPV und die besondere Bedeutung und die Chancen für Österreich beleuchten.

4. Schlussfolgerungen, Ausblick

Die Thematik der gebäudeintegrierten Photovoltaik (GIPV) wird jedenfalls aktueller. Durch die starke Kostensenkung der letzten Jahre im Photovoltaik Bereich allgemein wird in der Gesellschaft speziell auch in der Energiewirtschaft die Photovoltaik als wesentliche Stromerzeugungsquelle der Zukunft wahrgenommen. Die der Technologie allgemein zugeschriebene Umweltfreundlichkeit wird nicht ausreichen eine hohe gesellschaftliche Akzeptanz zu erreichen, wenn nicht auch die Optik und Ästhetik der Installation entsprechend ist. Photovoltaik hat die herausragende Eigenschaft, dass sie nicht notwendigerweise zusätzliche Flächen benötigt, sondern auf bestehender Infrastruktur – mit Erfüllung der Zusatzfunktion Stromerzeugung angebracht werden kann. Dies kann und soll darüber hinaus in ästhetisch verträglicher und/oder architektonisch interessanter Weise erfolgen. Diverse Demo-Beispiele beweisen dies eindrucksvoll und sind in dieser Studie umfassend dargestellt.

Im internationalen Wettbewerb verlagert sich derzeit die Produktion der Standard-Module und Zellen in den asiatischen Raum. Gerade im Bereich der gebäudeintegrierten Photovoltaik besteht aber die reelle Chance für diese PV-Lösungen eine international positionierte Industrie in Österreich zu etablieren. Innovation und Flexibilität bei den Produkten sind Voraussetzung um GIPV Erzeugnisse, die einen engen Bezug zur jeweils regionalen Bauordnung bzw. Bautradition haben, wettbewerbsfähig anbieten zu können.

Die Voraussetzungen dazu sind in Österreich gegeben, sowohl seitens einiger weniger bereits heute agierenden Firmen, als auch der bestehenden traditionellen Industriezweige, die eine entsprechende inhaltliche Nähe zur GIPV Thematik aufweisen und daher als potentielle Akteure angesehen werden können.

Die für eine aktive Innovationslandschaft begleitend erforderliche Forschungsszene kann bereits heute als international sehr gut positioniert bezeichnet werden, die nationale Koordination der F&E Aktivitäten wurde durch die vom BMVIT unterstützte Gründung einer Österreichischen Technologieplattform Photovoltaik bereits eingeleitet.

Diverse weitere Maßnahmen der Forschungs- und spezifischen Marktförderung, wie auch die erforderlichen Anpassungen an Rahmenbedingungen die erforderlich sind, um diese Chance zu nutzen, wurden in dieser Studie aufgezeigt.

5. Anhang

A1. Literatur

Aditya Ranade, "Building Integrated Photovoltaics: Moving Beyond Showcase Projects," Lux Research Inc., Lux Research report 2011.

AIT, ZEW und Statistik Austria AutorInnenteam JR, "Österreichischer Forschungs- und Technologiebericht 2012," BMWF, BMVIT, BMWFJ, Wien, 2012.

Biermayr, Fechner et.al, "Erneuerbare Energien in Zahlen - Die Entwicklung erneuerbarer Energie in Österreich im Jahr 2012," Lebensmittelministerium Österreich, 2013.

Building skin as electricity source: The prototype of a wooden BIPV facade component. (2011). *26th European Photovoltaic Solar Energy Conference*, (S. 9). Hamburg.

Büro für Erneuerbare Energie - Ing. Leo Riebenbauer. (2013). Abgerufen am 09. 2012 von <http://www.riebenbauer.at/ger/Unsere-Projekte/Photovoltaik/Photovoltaik-Buergerbeteiligungs-Grossanlage-Region-Mureck-ABS2>

Dämmen und Sanieren. (2013). Abgerufen am September 2012 von <http://www.daemmen-und-sanieren.de/dach/flachdach/begrueung>

Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V., "Analyse des Fachausschuss Photovoltaik der DGS, 05/2012," DGS, 2012.

Dyesol, Global leaders in dye solar cell technology. (2013). Abgerufen am 18. 02. 2013 von www.dyesol.com

ECF, Efficient City Farming. (2013). Abgerufen am 09. 2012 von www.ecf-center.de

Ehrbar, D. (2012). *Solare Gebäude und Städte: der Schlüssel zum Klimaschutz. 10. Nationale Photovoltaik Tagung*. Baden: Hochschule Luzern.

EuPD Research, *Endbericht zur Branchenanalyse "Photovoltaik in Baden-Württemberg"*: 360Design, 2009.

European Center for Renewable Energy. (2012). Abgerufen am 09. 2012 von http://www.ecreag.com/glashaeuser.php?lang=de&title=glashaeuser_ecre_guessing_international_ag

eurorooft, roofing systems. (2013). Abgerufen am 19. 02. 2013 von http://www.eurorooft.ch/gebintFotovoltaik_d.php

Fabien Crassard und Johannes Rode: *The evolution of BIPV in German and French technological innovation systems for solar cells*, Göteborg, 2007

Farkas, K., & Horvat, M. (2012). *Building Integration of Solar Thermal and Photovoltaics – Barriers, Needs and Strategies*. Norwegen, Kanada: IEA SHC Task 41 – Solar Energy and Architecture.

Fechner, H., Haas, R., & Kletzan-Slamanig, D. (2009). *Gebäudeintegrierte Photovoltaik Teil 1, Technologiestatus, Erfahrungen, Best Practice-Beispiele und Visionen der GIPV Technologie*. Wien: Österreichischer Klima- und Energiefonds.

Flachdachsanierung. (2013). Abgerufen am September 2012 von www.flachdach.net

Fraunhofer Umsicht. (23. 02 2011). Abgerufen am 19. 02 2013 von <http://www.umsicht.fraunhofer.de/de/presse-medien/pressemitteilungen/2011/infarming.html>

Frontini, D. F. (2012). *Building Integrated Photovoltaics: Stand der Technik*. University of Applied Sciences and Arts of Southern Switzerland, Department of Environment Constructions and Design.

Gollner, Wolfgang, Integration von Photovoltaik in nachhaltige Fassadensysteme; Donau-Uni Krems Greentechmedia, www.Solarserver.com, building integrated photovoltaics, abgerufen am 1. Juni 2013

Grosinger, Matthias, Gebäudeintegrierte Photovoltaik: Forschungs- und Entwicklungschancen für Österreich, Masterthese an der FH Technikum Wien, betreut von Hubert Fechner, 2013

Hagemann Ingo B., *Gebäudeintegrierte Photovoltaik - Architektonische Integration der Photovoltaik in die Gebäudehülle*. Köln: Rudolf Müller, 2002.

Heliatic. (2013). Abgerufen am 19. 02 2013 von www.heliatic.com

Henze, N. (2010). Multifunktionale photovoltaische Bauteile, Ergebnisse aus dem Projekt MULTIELEMENT. *Zweites Anwenderforum „Gebäudeintegrierte Photovoltaik“* (S. 10). Bad Staffelstein: Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES).

IEA PVPS, "TRENDS IN PHOTOVOLTAIC APPLICATIONS, 1992 and 2011," International Energy Agency (IEA), ISBN 978-3-906042-09-1, 2012.

Kampen, B. v., Boer, B. d., & Jol, J.-C. (2009). Die Performance Gebäudeintegrierter Photovoltaik (BIPV).

Lumeta, Solar Innovation from California. (2013). Abgerufen am 20. 02 2013

Lukits, Bernd, Evaluierung der Ost- und Westorientierung von Photovoltaikanlagen als Maßnahme zur Lastanpassung in Deutschland, Diplomarbeit an der FH Technikum Wien, 2013

Pike Research, "Building Integrated Photovoltaics, BIPV and BAPV: Market Drivers and Challenges, Technology Issues, Competitive Landscape and Global Market Forecasts," 2013.

Pflanzenkunde.net. (2013). Abgerufen am 09 2012 von <http://www.pflanzenkunde.net/pflanzen/tipps-und-tricks/dachbegruenung.html>

PREFA. (2013). Abgerufen am 19. 02 2013 von <http://www.prefa.at/bauherr/produkte/solar/prefal-solar/information.html>

Probst, M., & Roecker, C. (2012). *Solarenergiesysteme in Architecture*. IEA SHC Task 41 Solar energy and Architecture.

REC 2012, Solar Wafer Production, Granular Polysilicon Production

Solar Dachbahn Kits. (2011). *SI-T2 D und SI G2 D Benutzerhandbuch*. Mainz, Deutschland: Solar Integrated Technologies.

Solarserver, Kurskorrektur, <http://www.solarserver.de/solar-magazin/solar-standpunkt/solar-standpunkt-die-deutsche-photovoltaik-foerderung-bedarf-einer-kurskorrektur.html> - abgerufen am 15. Mai 2013

Solyndra. (2013). Abgerufen am 09.12.2012 von <http://www.solyndra.com/technology-products/cylindrical-module/>

Sun-Believable Solar Paint. A Transformative One-Step Approach for Designing Nanocrystalline Solar Cells; Matthew P. Genovese,† Ian V. Lightcap, and Prashant V. Kamat*, ACSNano, VOL. 6, NO. 1, 865–872, 2012.

Statistik Austria, "Konjunkturstatistik im Produzierenden Bereich," Statistik Austria, 2012.

Technologie-Plattform Photovoltaik, "Photovoltaik - Made in Austria," Technologie-Plattform Photovoltaik, 2011.

Viridis.iq, Photovoltaik Maschinenbau – Made in Germany- Chancen und Herausforderungen im globalen Wettbewerb, exklusiv für die Mitglieder der VDMA AG Photovoltaik Produktionsmittel, , Dr.Wolfgang Herbst, Dr.Florian Wessendorf, April 2013

Wacker Chemie AG, Pressemitteilung: „Wachsendes Chemiegeschäft und niedrigere Preise für Polysilicium prägen bei WACKER das Jahr 2012,“ , München, 07.02.2013.

Wirtschaftswoche 25, Artikel „Fensterfronten erzeugen Strom“, 17.Juni 2013

3S Photovoltaics Solar Building Technologies. (2013). Abgerufen am 19.02.2013 von <http://www.3s-pv.ch/produkte/indach/>

A2. Status Human Resources im Bereich GIPV

Gut ausgebildete und hoch qualifizierte Arbeitskräfte sind eine wichtige Grundlage für eine vielversprechende Unternehmensentwicklung und wettbewerbsfähige Produktqualität. Um im Forschungs- und Entwicklungsbereich der GIPV in Österreich aktiv zu sein, sind Personen mit einer fundierten technisch-naturwissenschaftlichen Ausbildung sowie Ausbildungs- und Forschungseinrichtungen notwendig welche sich mit dem Thema GIPV auseinandersetzen. Ein erfolgreicher Einstieg in einen rasch wachsenden internationalen Markt kann nur durch technologischen Vorsprung und innovative Produkte sichergestellt werden. Für viele österreichische Industriebereiche gibt es bereits maßgeschneiderte Hochschulausbildungen bzw. andere Ausbildungsmöglichkeiten welche einen Einstieg ins Berufsleben oder in die Forschung relativ einfach gestalten.

In der nachfolgenden Bedarfserhebung sollen die derzeitigen Ausbildungsmöglichkeiten in der Solarbranche, im speziellen den Bereich GIPV dargestellt werden und mit dem Standard und den Möglichkeiten in Deutschland verglichen werden, um einen etwaigen Bedarf für Verbesserungen auszumachen.

Grundsätzlich stellen Hochschulstudien im Bereich der Physik, Chemie, der Verfahrenstechnik, Elektrotechnik und Maschinenbau wesentliche Basisausbildungen für die wesentlichsten Aspekte der GIPV Thematik dar.

Akademische Ausbildung in Österreich - Hochschulausbildung in Österreich mit speziellem Bezug zur Photovoltaik:

In Österreich gibt es unter anderem einen einjährigen Universitätslehrgang Optoelektronik/Photovoltaik gefolgt von einem berufsbegleitenden Masterstudium welche am **Zentrum für Interkulturelle Studien Fürstfeld (ZIS-FF)** ausgebildet und von der **Johannes-Kepler-Universität (JKU) in Linz** verliehen werden. Mit dem Start dieser beiden Studien wurde auf die Notwendigkeit von qualifizierten Arbeitskräften in der Wirtschaft und Industrie registert.

- Universitätslehrgang Optoelektronik/Photovoltaik, JKU Linz
- Aufbaustudium (MSc) Optoelektronik/Photovoltaik, JKU Linz, <http://www.jku.at/content/e262/e242/e3081/e49105/>

Weitere Hochschulausbildungen gibt es in Wien - **FH Technikum Wien**, Bachelor- und Masterstudiengang Erneuerbare urbane Energiesysteme mit einem Schwerpunkt auf PV und Gebäudetechnologien.

Weiters zu erwähnen sind die **Öko-Energie Studien an der FH Oberösterreich**, adressiert, wenn auch in geringerem Ausmaß wird Photovoltaik auch an der FH Pinkafeld und an der FH Joanneum in Kapfenberg.

An der **Donau-Universität Krems** wurde 2011 das Projekt: „Technologietransfer Photovoltaik“ im Rahmen der Programmlinie „Energie der Zukunft“, gefördert vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie durchgeführt. Unter der Projektleitung von hei consulting erarbeitete das Department für Bauen und Umwelt der Donau-Universität Krems gemeinsam mit anderen Projektpartnern Strategien und Werkzeuge für den breitflächigen Einsatz von Photovoltaik in Dach und Fassade von Gebäuden. Von jüngeren Aktivitäten im Bereich der PV Gebäudeintegration ist jedoch aktuell nichts bekannt.

An der **Universität Innsbruck** wird im Zuge des Studiums Domotronik eine Photovoltaik-Vorlesung abgehalten (1 Semesterwochenstunde);

An der **TU Wien** wird in der Vorlesung „Nichtkonventionelle Energiewandlung“ im Masterstudium Energietechnik das Thema Photovoltaik behandelt. Das Institut für Architektur und Entwerfen beschäftigt sich von der architektonischen Seite mit der PV. Am Continuing Education Center der **TU Wien** wird im Lehrgang „Renewable energy for central and Eastern Europe“ der Photovoltaik immer größerer Raum gewidmet, derzeit wird an 3 Tagen diese Thematik behandelt.

An der **Universität für Bodenkultur** wird das Thema PV vor allem am Institut für konstruktiven Ingenieurbau behandelt.

Weiterbildung, die jedoch ausschließlich sehr anwendungsspezifisch ist:

- 1. Wiener Solarschule, <http://www.univie.ac.at/photovoltaik/austropv/vie/bfi.htm>
- Ausbildung zum zertifizierten Photovoltaiktechniker bzw. -Planer, Wifi, <http://www.pvaustria.at/content/page.asp?id=316>
- Solateur-Solarschule Güssing <http://www.renet.at/energieprojekte/solateur-solarschule-in-gussing/>

A3. Photovoltaik F&E Akteure in Österreich

Mit dem Thema Photovoltaik beschäftigen sind u.a. folgende Forschungseinrichtungen in Österreich:

ASIC - Austria Solar Innovation Center, Wels - Forschungsschwerpunkte: Erneuerbaren Energietechnologien, Solartechnik; Referenzprojekte im Bereich der GIPV: Das ASIC führt derzeit keine Forschungsprojekte im Bereich der gebäudeintegrierten Photovoltaik durch, setzt aber im Bereich der erneuerbaren Energien verstärkt auf die Forschung & Entwicklung in den Anwendungsgebieten Photovoltaik und Solarthermie.

AIT, Austrian Institute of Technology, Energy Department, Wien

(früher Arsenal Research - Österreichisches Forschungs- und Prüfzentrum Arsenal GesmbH)

Das AIT ist die größte ausuniversitäre Forschungseinrichtung Österreichs mit insgesamt 9 Standorten in Österreich. Das AIT ist vorwiegend in der angewandten Forschung bei Kooperationen zwischen Unternehmen und anderen Forschungseinrichtungen tätig und setzt folgende Forschungsschwerpunkte: Energy, Mobility, Safety & Security, Health & Environment, Foresight & Policy Development

Referenzprojekte im Bereich der Photovoltaik und GIPV:

- MPPF - Multifunktional Plug and Play Facades (Multifunktionalität von GIPV)
- SGMS-HiT - Smart Grids Modellregion Salzburg – Häuser als interaktive Teilnehmer im Smart Grid - Planung und Bau
- Solarenergy Urban - Analyse und Bewertung der energetischen, ökonomischen und architektonischen Qualität urbaner Solarenergiebauten
- IPOT - Intelligente Photovoltaik-Modultechnologien
- SAN-Cell - Kostengünstige, siliziumfreie Solarzellen basierend auf selbstorganisierten Nanostrukturen
- SOPHIA - SOLar PHotovoltaics InfrAstructure

Die Forschungsprojekte des AIT im Bereich der Photovoltaik sollen die Leistung und Zuverlässigkeit von Modulen verbessern.

CTR, Carinthian Tech Research AG, Villach

Das CTR forscht schwerpunktmäßig im Bereich der intelligenten Sensorik und setzt dabei verstärkt auf die Zusammenarbeit mit Industrieunternehmen.

Für Forschungsaktivitäten im Bereich der Photovoltaik besitzt das CTR eine Freiluftteststation welche der Datenerhebung für eine Effizienzsteigerung von PV-Modulen eingesetzt wird. Die Forschungsschwerpunkte im PV-Bereich liegen deshalb auch in der Zell- und Modulforschung. Das Forschungsprojekt IPOT mit dem Ziel der Effizienzsteigerung und Integration von Intelligenz in PV-Module, wird im Rahmen eines COMET K-Projektes in Kooperation von CFR, AIT und 9 Industrieunternehmen durchgeführt.

FH OÖ Forschungs & Entwicklungs GmbH

Die FH OÖ Forschungs- und Entwicklungs GmbH bietet Unternehmen ohne eigene F&E an deren Bedürfnisse und Bedarfe in Forschungs- und Entwicklungsfragen zu übernehmen. An vier Fakultäten forscht die Gesellschaft an insgesamt 15 Themenbereichen, darunter wird im Research Center Wels der Forschungsschwerpunkt Energie und Umwelt behandelt.

Johannes Kepler Universität Linz

- Institute of Polymeric Materials and Testing
- Institut für Analytische Chemie
- Institut für Halbleiter- und Festkörperphysik

Im Bereich der Photovoltaik F&E laufen derzeit folgende Forschungsprojekte als industrielle Forschung:

- Photovoltaik-Recycling (PV-R)
- Solar-elektrische Systeme aus Polymerwerkstoffen: Neuartige polymere Einkapselungsmaterialien für Photovoltaik-Module (SolPol-3)

Joanneum Research, Weiz

Die Forschungseinrichtung Joanneum Research beschäftigt sich in den Bereichen Resources, Digital und Materials (Institut für Oberflächentechnologien und Photonik) mit dem Thema Photovoltaik. Darüber hinaus zählen die Bereiche Health und Policies zu den Forschungsthemen welche im Rahmen anwendungsorientierter Forschungs- und Entwicklungsprojekte von Joanneum Research bearbeitet werden.

- Photonik für innovatives Lichtmanagement in Photovoltaikmodulen (PhiLiP)
- RSA energy-drive

OFI, Österreichisches Forschungsinstitut für Chemie und Technik Wien / Wiener Neustadt

- Langzeitperformance von Photovoltaik-Modulen: Systemoptimierung durch Anwendung innovativer Analysen- & Alterungsverfahren
- Entwicklung neuer Materialien (Materialverträglichkeitsprüfungen, Beständigkeitsprüfungen)

PCCL, Polymer Competence Center Leoben

Das PCCL betreibt unternehmensnahe Forschung und Entwicklung im Bereich der Kunststofftechnik und Polymerwissenschaften. Da multifunktionalen Eigenschaften und verbesserten Technologien in der Herstellung und Anwendung von Materialien in der Photovoltaikindustrie immer mehr an Bedeutung gewinnen, beschäftigt sich PCCL mit dem Forschungsschwerpunkt Polymere in der Photovoltaik. Dabei setzt PCCL auf die Entwicklung neuer Materialien, Bewertung von Einkapselungsmaterialien und Lebensdaueruntersuchungen.

TU Graz – Institut für Chemische Technologien und Materialien

- Alternative Dünnschichttechnologien
- Neue Materialien für die Photovoltaik – Die Nanokomposit-Solarzelle

TU Wien

- Atominstitut
- Energy Economics Group
- Institut für Sensor und Aktuator Systeme
- Institut für Architektur und Entwerfen
- Institut für Architekturwissenschaften
- Institut für Elektrische Antriebe und Maschinen Energietechnologien, Energiewirtschaft und Energiepolitik

Universität Salzburg – CD Labor

Materialforschung und Physik: Applications of Sulfosalts in Energy Conversion

Universität Wien - Institut für Physikalische Chemie, Nanotechnologie

A4. Aktuelle öffentlich finanzierte Photovoltaik Forschungsprojekte (Klima- und Energiefonds)

Projektname	Beschreibung	Projektstart	Antragsteller
EZ-EE: Energywall	Energywall ist ein großflächiges Fotovoltaikmodul, in dem solare Energieerzeugung, Sonnenschutz und Wärmedämmung in einem Bauteil zusammengeführt sind. Zentrales Element der Energywall sind drehbare Fotovoltaiklamellen. Diese Lamellen erzeugen durch aktive Halbleiterschichten elektrischen Strom und dienen gleichzeitig als Sonnenschutz.	01.12.2007	Sunplugged - Solare Energiesysteme GmbH
NE-TDS: simpliCIS - hocheffiziente Dünnschichtsolarzellen für die Gebäude- und Geräteintegration	Ziel dieses Projektes ist die Ausarbeitung einer Machbarkeitsstudie für Entwicklung einer leichtgewichtigen und flexiblen Dünnschichtsolarzelle, speziell für mobile Anwendungen und für die Gebäude- und Geräteintegration. Die zu entwickelnde Solarzelle sollte sich neben den bereits erwähnten Merkmalen, wie etwa hoher Flexibilität und leichter technischer Konfigurierbarkeit durch einen Wirkungsgrad von mindestens 12 Prozent auszeichnen und das Potential für langfristige Wirkungsgradsteigerungen haben.	01.09.2008	Sunplugged - Solare Energiesysteme GmbH
NE-IF: Flexible PV-Systeme - Hochbarrierematerial zum Schutz sensibler Solarzellen & Verfahren zur R2R-Herstellung flexibler PV-Module & Dachbahnen	Die Produktentwicklung von flexiblen, witterungsbeständigen Hochbarrierematerialien zur Einkapselung von flexiblen Solarzellen, die nachfolgende Rolle zu Rolle Fertigung von flexiblen Solarmodulen und anschließende Rolle-zu-Rolle Laminierung dieser flexiblen Module auf Dachbahnen eröffnet eine innovative und Ressourcen schonende Produktion von Photovoltaik Modulen. Grosse Mengen von flexiblen PV Dachbahnen können so effizient und qualitativ hochwertig hergestellt und verbreitet werden. Flexible PV Module können gebäudeintegriert, beispielsweise als rollbare Beschattungselemente, Anwendung finden. Die industrielle Rolle-zu-Rolle Fertigung erlaubt eine großflächige Versorgung der Endverbraucher mit gebäudeintegrierbaren Photovoltaik Lösungen.	01.02.2010	ISOVOLTAIC AG
NE-IF: SimpliCIS - Flexible Dünnschichtsolarzelle für die Gebäude- und Fahrzeugintegration	Im Zuge des SimpliCIS-Projekts wird eine flexible Dünnschichtsolarzelle auf Basis von CIS/CIGS Verbundhalbleitern mit Wirkungsgraden von 12 Prozent unter industriell, reproduzierbaren Fertigungsbedingungen entwickelt.	01.05.2009	Sunplugged - Solare Energiesysteme GmbH
NE-DEMO: Solare Straßenbeleuchtung	Solarleuchten können zu einem wesentlichen Bestandteil autonomer, nachhaltiger, dezentraler Energiesysteme werden und tragen somit maßgeblich zur Energieeinsparung und zum Klimaschutz bei.	01.09.2009	HEI Eco Technology GmbH
NE-EE: SaFe PV MMS - Secure and Fast Assembling PV Module Mounting System	Ziel dieses Projektes ist die Verringerung der PV-Anlagenkosten und die Verbesserung der Montage von PV-Anlagen durch die Entwicklung eines flexiblen und kostengünstigen Photovoltaikmodulmontagesystems, wobei die Verbesserung zu bestehenden Systemen hinsichtlich folgender Faktoren erreicht werden soll: • Verringerung des Montagematerials • Verringerung des (De)Montageaufwandes • Erhöhung der Stabilität des Montagesystems • Flexibilisierung der Ausrichtungsmöglichkeit am Montagesystem • Erhöhung des Gestaltungsspielraums • Kostenreduktion	01.08.2010	Baierl -Spenglerei und Dachdeckerei GmbH
NE-TDF EE: SOWA - Solar betriebene Beschattung und Wärmerückgewinnung aus der Abluft	Das zur Förderung eingereicht Projekt wird die Machbarkeit einer Konstruktion untersuchen, die den Klimatisierungsbedarf durch automatische Abschattung verringern und dabei durch die Integration von Photovoltaik energetisch autark sein soll.	01.01.2010	Energie- und Umweltconsulting DI Gerfried Cebrat

NE-TDS: SAN-CELL - Low-cost, silicon-free solar cells based on self-assembled nanostructures	Das SAN-CELL-Projekt wird die Physik und Technologie einer siliziumfreien anorganischen Solarzelle untersuchen, deren Architektur auf selbstorganisierten Nanostrukturen basiert. Dazu werden preisgünstige Materialien und Prozesse angewendet.	01.03.2010	AIT Austrian Institute of Technology GmbH
NE-IF: e-COVER - Entw. multifunktionaler Bauelemente als energetisches Verbundsystem PV-integrierter Fassaden für therm. Kühlen & Heizen	Das vorliegende Projekt adressiert mehrere Problembereiche im Bereich der effizienten Nutzung erneuerbarer Energien. Zum einen ist die intelligente, architektonisch und technisch anspruchsvolle Integration von solarer Energiegewinnung in die Gebäudehülle eine wichtige Herausforderung, deren Lösung zur weiteren Akzeptanz des Stärkefeldes Photovoltaik wesentlich beitragen wird. Zusätzlich muss es gelingen, diese neue energetische Fassadenlösung mit einem Innenwand- und Bodenintegrierten Kühl- und Heizsystem technisch so zu verbinden, dass daraus ein gesamtheitliches, wirtschaftlich tragfähiges Verbundsystem mit einer bestmöglichen Systemausnutzung entsteht.	08.10.2009	Fibre C Austria GmbH
NE-IF: SolPol-3 - Solar-electrical Systems based on Polymeric Materials: Novel Polymeric Encapsulation Materials for PV Modules	In der Vernetzung der wissenschaftlichen und industriellen Kompetenzen auf dem Gebiet der Photovoltaik (PV) und der Polymertechnologien in Österreich liegt ein hohes Potential für innovative Weiterentwicklungen von PV-Modulen. Das gegenständliche Projekt SolPol-3 ist als industrielle Forschung konzipiert und hat die Entwicklung neuartiger polymerer Einkapselungsmaterialien für verbesserte PV-Modul-Performance unter Einsatzbedingungen bei gleichzeitiger Reduzierung der Material- und Verarbeitungskosten zum Ziel. Die Werkstoffinnovationen betreffen vor allem Einbettungsmaterialien und Rückseitenfolien für starre und flexible PV-Module.	01.07.2011	Johannes Kepler Universität Linz - Institute of Polymeric Materials and Testing
NE-GLF: TIPS - Terahertz Probing of Photovoltaic Substrates	Es wird ein THz-Versuchsaufbau für THz-Tomographie und THz-Spektroskopie realisiert. Über experimentelle Messungen mit diesem Versuchsaufbau werden die Möglichkeiten von THz-Strahlung für Photovoltaikmaterialien untersucht. Parallel wird mit einem THz-Emissionsmikroskopie-Ansatz untersucht, wie weit die Auflösung unter das Beugungslimit (einige 10 Mikrometer bis wenige Millimeter für THz) gedrückt werden kann.	01.03.2011	CTR Carinthian Tech Research AG
NE-IF: Analysis of PV aging - Langzeitperformance von Photovoltaikmodulen:	Es ist Ziel des vorgestellten Projektes, das (beschleunigte) Alterungsverhalten von Modulen durch hochsensitive Analysemethoden zu charakterisieren um damit frühzeitige Aussagen über die potentielle Lebenszeit von Modulen geben können.	01.04.2011	Österreichisches Forschungsinstitut für Chemie und Technik (ofi)
NE-IF: GIPV-Folie - PV-Folie als Halbzeug zur Integration in Standardindustrieprozesse der GIPV	Projektziel ist ein Photovoltaikhalbzeug in Folienform, welches kostengünstig in bereits bestehende Produktionsprozesse der GIPV-Industrie integriert und verarbeitet werden kann. Dies würde zu einer enormen Kosteneinsparung und technologischen Weiterentwicklung der GIPV-Technologie führen. Projektergebnis soll ein Funktionsmuster (PV-Halbzeug integriert in Sicherheitsglas) sein.	01.06.2011	crystalsol GmbH
NE-EE: SimpliCIS 2 - Flexible Dünnschichtsolarmodule für die Gebäude- und Geräteintegration	Entwicklung einer flexiblen Dünnschichtsolarzelle und den damit verbundenen Herstellprozessen in einer Pilotproduktionsanlage. Die elektrischen und geometrischen Spezifikationen des Dünnschichtsolarmoduls lassen sich in einem patentierten Herstellungsprozess „on-the-fly“ einstellen und eröffnen dadurch neue Anwendungen der Photovoltaik bei reduzierten Herstellkosten. Im Zuge des Projektes werden alle Beschichtungs-, Kristallisations-, Laser- und Druckprozesse entwickelt um eine hocheffiziente, flexible Dünnschichtsolarmodule reproduzierbar zu fertigen.	01.02.2011	Sunplugged - Solare Energiesysteme GmbH
NE-IF: selenergy - Entwicklung eines kontinuierlichen Verfahrens zur Bildung von Dünnschichtphotovoltaikabsorbern auf	Die Photovoltaik leistet durch die direkte Umwandlung von Licht in Elektrizität einen Beitrag zur nachhaltigen Energieversorgung und stellt, nicht zuletzt dank öffentlicher Förderprogramme, einen rasant wachsenden Markt dar. Parallel zur Installation entsprechender Anlagen wird intensiv geforscht, um die Wirkungsgrade der Module weiter zu steigern und die Produktionskosten zu senken. Von besonderem Interesse ist dabei die Verwendung von	09.09.2010	EBNER Industrieofenbau GmbH

Metallsubstrat	Dünnschichtabsorbern wie beispielsweise Kupferindiumgalliumselenid (CIGS),		
Photonik für innovatives Lichtmanagement in Photovoltaikmodulen	In Photovoltaikmodulen auf der Basis von Siliziumsolarzellen dringt nur etwa drei Viertel des Lichtes in die Solarzellen ein. Ein nicht unwesentlicher Teil des Lichtes geht durch Reflektion an der Vorderseitenmetallisierung verloren oder trifft auf Stellen im Modul, die nicht mit Solarzellen bedeckt sind. Im Rahmen des Forschungsvorhabens werden innovative photonische Konzepte verfolgt, die das Potenzial haben, diese optischen Verluste zu halbieren. Dadurch könnte die Leistung von heutigen Photovoltaikmodulen um etwa 10% gesteigert werden.	01.04.2012	JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH
Future Module Integrated Inverter	Future Module Integrated Inverter entwickelt eine völlig neue Systemtopologie für netzgekoppelte Photovoltaikanlagen. Das direkt ins PV Modul integrierte FMI2 Gerätekonzept erhöht gegenüber einem zentralen Wechselrichter durch individuelle Optimierung der Module den Wirkungsgrad und es vermeidet hohe Spannungen im System mit einer gegenüber herkömmlichen Mikroinvertern revolutionären Schaltungsarchitektur.	01.01.2012	FRONIUS INTERNATIONAL GmbH
Kostengünstig gedruckte Kontakte für Photovoltaik-Module im Rolle-zu-Rolle Produktionsprozess	crystalsol beschäftigt sich mit der Entwicklung einer vollkommen neuen Art von flexiblen Photovoltaikmodulen mit signifikanten Anwendungsvorteilen und einer deutlichen Kostenreduktion im Vergleich zu allen derzeit existierenden Photovoltaiktechnologien.	01.01.2012	crystalsol GmbH
Solution-based Low-cost PhotoVoltaics	'SOLO-PV' entwickelt flexible und kostengünstige Herstellungsprozesse für die Dünnschicht-Photovoltaik der 3. Generation. Mittels chemischer Sprühpolymerisation und elektrochemischer Deposition werden Solarzellen auf flexible Metallfolien aufgebracht. Als Absorbermaterial wird Kupfer-Zink-Zinn-Sulfid verwendet, welches ungiftig und reichlich in der Erdkruste vorhanden ist. SOLO-PV hat das Ziel, neuartige Prozesse und Materialien zu etablieren, welche ein signifikantes Kostenreduktionspotential haben und die zukünftige gebäudeintegrierte Photovoltaik nachhaltig revolutionieren könnten.	01.03.2012	AIT Austrian Institute of Technology GmbH
Modulkonzepte und Produktionsverfahren für hocheffiziente flexible PV Module basierend auf emergenten Zelltechnologien	Innovationen im Bereich der verschiedenen Photovoltaik(PV)Technologien stellen einen wesentlichen Eckstein für den Vollzug einer künftigen Energiewende dar. Durch breit angelegte Aktivitäten in der F&E ist es gelungen neue emergente Generationen von PV Technologien basierend auf organischen, hybrid oder anorganischen Aktivschichten zu entwickeln, welche technische Alleinstellungsmerkmale wie Semitransparenz, Flexibilität und geringes Flächengewicht aufweisen und durch die Verwendung von Niedertemperatur (Beschichtungs-)Prozessen niedrigere Stromgestehungskosten bei einer verbesserten Ökobilanz zulassen.	01.01.2013	NanoTecCenter Weiz Forschungsgesellschaft mbH
Photovoltaic Performance Analysis Method based on Infra-Red Technology	Projektziel ist die Entwicklung von Methoden zur systematischen Photovoltaik-Anlagendiagnostik auf der Basis von Infrarot-Thermographie (IR): schnell anwendbar, zerstörungsfrei, und geeignet für den Einsatz bei PV-Anlagen jeder Größe und unterschiedliche Modul-Technologien. Durch halb-automatisierte Erfassung, systematische Korrektur und Auswertung der IR-Aufnahmen auf der Grundlage von Anlagendaten und -modellierung werden Rückschlüsse auf Ertragseinbußen und Langzeitverhalten möglich. Damit steht ein innovatives Methodenportfolio für die langfristige Sicherung der Zuverlässigkeit und des Ertrags von PV-Anlagen zur Verfügung.	01.03.2013	AIT Austrian Institute of Technology GmbH

<p>Inline Ethylen/Vinylacetat Vernetzungsgradkontrolle in Photovoltaik-Modulen</p>	<p>Die nachhaltige Versorgung mit – leistbarer – Energie ist für das Funktionieren der Wirtschaft und des sozialen Gefüges von essentieller Bedeutung. Wie im EU Klima- und Energiepaket 2009 identifiziert, ist zur Sicherung unserer Energieversorgung über die kommenden Jahre und Jahrzehnte der verstärkte Einsatz erneuerbarer Energien notwendig.</p>	<p>01.04.2013</p>	<p>CTR Carinthian Tech Research AG</p>
<p>Erforschung einer neuen Werkstoffklasse für die Anwendung in Back- sowie Frontsheet von Photovoltaikmodulen</p>	<p>Ziel des Projektes ist es, eine neue Werkstoffklasse für die Anwendung in Rück- sowie Frontseitenfolien von Photovoltaikmodulen zu erforschen. Dadurch sollen für neue multifunktionelle Werkstoffe einerseits die Grundlagen für die Entwicklung eines effizienten Fertigungsprozesses bzw. für eine erhöhte Gesamtleistung (über die Lebensdauer) der PV-Module geschaffen werden, andererseits soll eine höhere Technologie- und Wettbewerbskompetenz erreicht werden.</p>	<p>02.01.2013</p>	<p>ISOVOLTAIC AG</p>