

A large, modern building with a glass facade and a prominent red vertical stripe. The sun is reflecting off the glass. In the foreground, there is a green lawn with a young tree and a large, stylized 'e' logo.

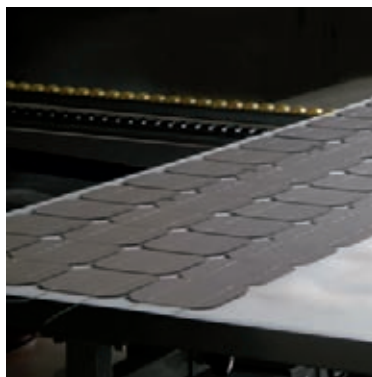
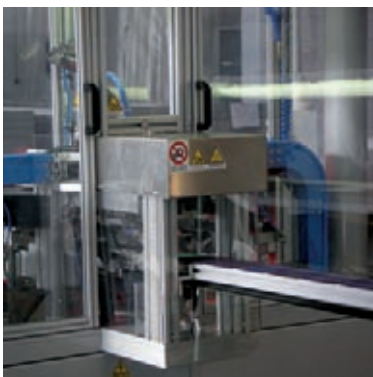
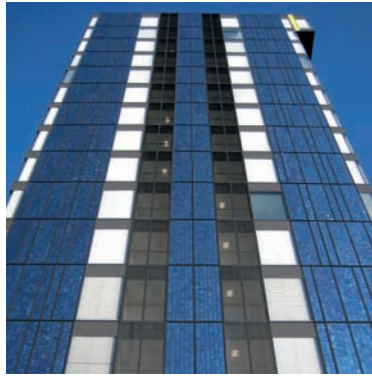
Tagungsband - Proceedings

**Forschung für die Zukunft der Photovoltaik in Österreich**

# **Österreich – Standort einer innovativen Photovoltaik-Industrie**

**17. bis 19. Juni 2009**

**Haus der Wirtschaft, 1040 Wien**



## Zeit

17. und 18. Juni 2009  
19. Juni 2009

Photovoltaik-Fachtagung  
Generalversammlung der Europäischen  
Technologieplattform Photovoltaik

## Ort

Haus der Wirtschaft, Wirtschaftskammer Österreich  
Wiedner Hauptstrasse 63, 1040 Wien

Photovoltaik hat sich im Bewusstsein der globalen Energieszene in den letzten Jahren zu einem der wesentlichen Hoffnungsträger für eine zukünftige Stromversorgung entwickelt. Die Europäische Photovoltaik Industrie Vereinigung EPIA proklamiert, dass Photovoltaik bereits im Jahr 2020 12% des europäischen Strombedarfes abdecken könnte. Längerfristig wird das Gesamtpotential an der globalen Stromversorgung auf 40 oder sogar mehr Prozent geschätzt.

Das österreichische **Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT)** unterstützt diese Entwicklung seit Jahren mit seinen Technologieprogrammen und strategischen Begleitaktivitäten. Speziell auch das Engagement in internationalen Kooperationen wie dem „Photovoltaic Power Systems Programme“ der Internationalen Energieagentur (IEA) und der Europäischen Technologieplattform Photovoltaik stellen die Anbindung an die internationale Entwicklung sicher und bringen wesentliche Impulse für heimische Innovationen im Photovoltaik Bereich. Mit der mittlerweile **7. Österreichischen Photovoltaik Fachtagung** wird ein weiterer Meilenstein gesetzt, um die nationalen Akteure aus Forschung und Wirtschaft intern und mit den internationalen Entwicklungen effizient und synergetisch zu vernetzen.

Die neu gegründete **Österreichische Photovoltaik Technologieplattform** soll das zentrale Forum für die heimische Photovoltaik Branche werden und darauf hinwirken, sich durch Innovationen im internationalen Wettbewerb dauerhaft erfolgreich positionieren zu können.

Es ist eine besondere Ehre, unmittelbar anschließend an die nationale Photovoltaik-Tagung Gastgeber der Europäischen Technologieplattform Photovoltaik sein zu dürfen, die Ihre Generalversammlung am 19. 6. in denselben Räumlichkeiten abhält. Dadurch entsteht ein Rahmen für eine verstärkte Einbindung der heimischen Akteure in das starke europäische Netzwerk der Photovoltaik-Technologie.

**Organisation:**

Hubert Fechner

Institut für Erneuerbare Energie, FH Technikum Wien

Giefinggasse 6, A-1210 Wien

Tel.: 01-333-40-77-572; E-Mail: fechner@technikum-wien.at



Titelbild: Photovoltaikanlage Haus der Wirtschaft  
Fotos: Energetica, WKÖ, Energie AG

# PROGRAMM

## Mittwoch 17. Juni 2009 – THEMA TECHNOLOGIE

### 9.30 Eröffnung Grußworte

- > Bundesministerin Doris Bures (angefragt)
- > Univ. Doz. Stephan Schwarzer, Wirtschaftskammer Österreich
- > Hans Kronberger, PV Austria Präsident
- > Fritz Schmöllebeck, Rektor FH Technikum Wien

### 10.15 Strategien der Österreichischen Energieforschung

Michael Paula, BMVIT

### 10.30 Die Technologieplattform Photovoltaik Österreich

Georg Napetschnig, Plattform-Vorsitzender, Kioto Photovoltaics

### 10.45 Internationale Technologie-Entwicklungen

- > Kurz-Status PV Global, aktuelle Technologie-Trends  
*Roland Bründlinger, arsenal research*
- > Status - PV Dünnschicht  
*Hans-Dieter Mohring, ZSW – Stuttgart*
- > Smart Metering, ein weiterer Impuls für die Photovoltaik?  
*Torsten Kukuk, EnCT, Freiburg/D*
- > Vanadium-Redox Batterie – Ein innovativer Stromspeicher aus Österreich  
*M.Schreiber, Cellstrom*

### 11.45 PAUSE

### 12.00 Festakt zur Eröffnung der Photovoltaik-Fassadenanlage am neugestalteten Haus der Wirtschaft

- > Wirtschaftsminister Reinhold Mitterlehner
- > Präsident Christoph Leitl, Wirtschaftskammer Österreich  
anschließend Mittagspause

### 14.00 Photovoltaik – Ein Schwerpunkt im Lebensministerium

Bundesminister Nikolaus Berlakovich, Lebensministerium

### 14.30 Die Photovoltaik-Strategie des Österreichischen Klima- und Energiefonds

Ingmar Höbart, Geschäftsführer Österreichischer Klima- und Energiefonds

### 14.50 Netzparität: PV Strom so billig wie Strom aus der Steckdose

Ulfert Höhne, Berater im Energie- und Umweltsektor

### 15.10 Photovoltaik und seine Rolle im Gesamtenergiesystem

Prof. Wolf D. Grossmann, Wegener Center for Climate and Global Change, Universität Graz

**15.30 PAUSE****16.00 Ausgewählte aktuelle Österreichische PV Forschungsvorhaben**

- > SunPowerCity, Ein PV-Stadtteil als Basis eines Wirtschaftsstandortes,  
*Fritz Kittel, Wiener Wirtschaftsförderungsfonds, Franz Tragner, Tatwort*
- > High-Tech Modulfertigungstechnologie aus Österreich  
*Gerhard Rabensteiner, KIOTO PV*
- > Monokornmembrane – Die PV-Technologie der nächsten Generation  
*Wolfgang Ressler, Crystalsol*
- > Verbund: F&E-Aktivitäten im Bereich Photovoltaik  
*Rudolf Zauner, VERBUND-Austrian Renewable Power GmbH*
- > Österreichs erste MW Anlage  
*Heinrich Wilk, Energie AG*

**17.10 Analyse und Zukunftsperspektiven der Österreichischen Photovoltaik Forschung aus Sicht der Österreichischen Technologieplattform**

W.Hribernik, arsenal research

**18.00 COCKTAILEMPFANG IM HAUS DER WIRTSCHAFT**

## Donnerstag 18. Juni 2009 – THEMA WIRTSCHAFT

**9.00 Grundsatzreferat zum Status der Photovoltaik in Österreich**

PV Austria Präsident Hans Kronberger

**9.30 Leistungsschau der österreichischen PV Industrie**

Moderation: Kurt Leeb, PV Austria Vorstand

**10.20 Das deutsche Modell der konsequenten Positionierung einer Zukunftstechnologie**

Gerhard Stryi-Hipp, FhG-ISE (angefragt)

**11.00 Prosperierende Photovoltaik Märkte in anderen europäischen Ländern**

- > Promising prospects for PV in Central and Eastern Europe  
*Stanislaw M. Pietruszko, Centre for Photovoltaics, Warsaw University of Technology*
- > PV in Bulgaria: A young and promising development  
*Daniela Yordanova, Rousse University, Bulgaria*
- > Photovoltaic in France: An economic sector under development based on promotion of Building-integrated PV  
*Philippe Jacquin, PHK Consultants, Ecully, Frankreich*

**12.00 MITTAGSPAUSE**

**13.30 Photovoltaik Strategien österreichischer Bundesländer**

- > Franz Angerer, Amt der NÖ Landesregierung
- > Stephan Oblasser, Landesenergiebeauftragter Tirol

**14.30 PAUSE**

**15:00 Podiumsdiskussion**

Die Energiesprecher der österr. Parlamentsparteien und Ihre Sichtweise der Photovoltaik - „Wann kommt in Österreich eine konsequente Strategie der Photovoltaik Markteinführung?“

- > NAbg. Robert Lugar, BZÖ
- > NAbg. Norbert Hofer, FPÖ
- > NAbg. Christiane Brunner, Grüne
- > Energiepolitischer Vertreter der ÖVP (angefragt)
- > NAbg. Gudrun Gruber, SPÖ (angefragt)

Moderation: Markus Böhm, Der Standard

**Zusammenfassung der Tagung**

Michael Hübner, BMVIT; Hubert Fechner, Technikum Wien

ab

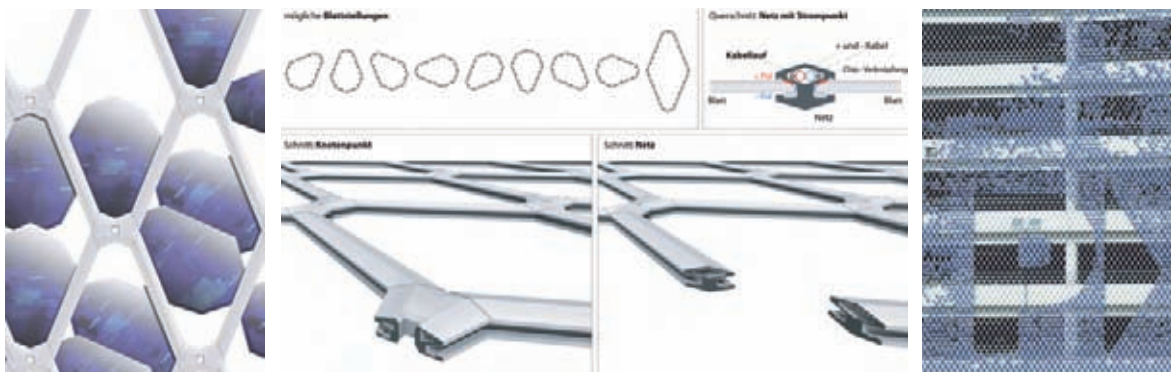
**19:00 ABENDPROGRAMM**

gemeinsam mit den Teilnehmern der Generalversammlung der Europäischen Technologieplattform Photovoltaik im **Oktogon am Himmel**

(An der Kreuzung Himmelstraße und Höhenstraße, 1190 Wien)

Busshuttle ab 18:00, Abfahrt direkt vor dem Haus der Wirtschaft

Nähere Information unter: [www.eupvplatform.org](http://www.eupvplatform.org)



"Solar Grid" - Johanna Schoenberger - Diplomarbeit 2007 - Klasse Hartmut Esslinger - Industrial Design 2 - Universität für Angewandte Kunst, Wien

## Freitag, 19. Juni 2009 – SYMPOSIUM

### Setting the pace of a new age for Photovoltaics in Europe by 2020

#### International Symposium on the occasion of the General Assembly of the European Photovoltaic Technology Platform (EU PV TP)

Die Europäische Photovoltaik Technology Plattform ist eine Initiative, die darauf abzielt, alle Akteure zu mobilisieren, die eine Europäische Langfrist Vision für Photovoltaik teilen. Eine „European Strategic Research Agenda“ für Photovoltaik für die kommende Dekade sowie Empfehlungen für die Markteinführung wurden erarbeitet, um die globale Führerschaft der europäischen Industrie beizubehalten. Das österreichische Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend gemeinsam mit dem Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie sowie dem Lebensministerium haben die jährliche Generalversammlung der europäischen Technologieplattform diesmal nach Österreich eingeladen und geben ihr mit der unmittelbar davor stattfindenden nationale Photovoltaik Fachtagung einen entsprechenden Rahmen.

#### 09:30 Opening

- > Anna Maria Hochhauser, Secretary General of the Austrian Economic Chamber
- > Matthias Ruete, Director-General, European Commission
- > José Manuel Silva Rodríguez, Director-General, European Commission
- > Alfred Maier, Director-General, Austrian Federal Minister of Economy, Family and Youth
- > Alain Garnier, Chairman of the EU PV Technology Platform

#### 10:30 Session 1: The triangle of research, industry and financing

- > Wim Sinke, EU PV TP
- > Erik Sauar, REC – Renewable Energy Corporation
- > Gianni Operto, Good Energies - global investor in renewable energy

#### 14:00 Session 2: PV policy - from EU to Members States

- > Paul Rübig, Member of the European Parliament
- > Bettina Bergauer-Culver, Chairwoman of the Mirror Group of the EU PV TP
- > Georg Napetschnig and Hubert Fechner, Austrian PV Technology Platform
- > Evelyne Schellekens, EU PV TP

#### 16:00 End of Meeting

Mehr Information unter: [www.eupvplatform.org](http://www.eupvplatform.org)

Unterstützt von:



# Inhaltsverzeichnis

<b>Strategien der Österreichischen Energieforschung</b> Michael Paula, BMVIT .....	Seite 1
<b>Die Technologieplattform Photovoltaik Österreich</b> Georg Napetschnig, Kioto Photovoltaics.....	Seite 4
<b>Kurz Status PV Global, aktuelle Technologie-Trends</b> Roland Bründlinger, arsenal research.....	Seite 7
<b>Status – PV Dünnschicht</b> Hans-Dieter Mohring, ZSW - Stuttgart .....	Seite 8
<b>Smart Metering, ein weiterer Impuls für die Photovoltaik</b> Torsten Kukuk, EnCT, Freiburg/D .....	Seite 10
<b>Vanadium-Redox Batterie – Ein innovativer Stromspeicher aus Österreich</b> M.Schreiber, Cellstrom .....	Seite 13
<b>Die Photovoltaik-Strategie des Österreichischen Klima- und Energiefonds</b> Ingmar Höbart, Österreichischer Klima- und Energiefonds.....	Seite 14
<b>Netzparität: PV Strom so billig wie Strom aus der Steckdose</b> Ulfert Höhne, Berater im Energie- und Umweltsektor .....	Seite 16
<b>Photovoltaik und seine Rolle im Gesamtenergiesystem</b> D. Grossmann, Wegener Center for Climate and Global Change, Uni.Graz.....	Seite 18
<b>SunPowerCity, Ein PV-Stadtteil als Basis eines Wirtschaftsstandortes</b> Franz Tragner, Tatwort.....	Seite 20
<b>High-Tech Modulfertigungstechnologie aus Österreich</b> Gerhard Rabensteiner, Kioto PV .....	Seite 21
<b>Monokornmembrane – Die PV-Technologie der nächsten Generation</b> Wolfgang Ressler, Crystalsol .....	Seite 22



# Inhaltsverzeichnis

<b>Verbund: F&amp;E-Aktivitäten im Bereich Photovoltaik</b> Rudolf Zauner, Verbund-Austria Renewable Power GmbH.....	Seite 24
<b>Österreichs erste MW Anlage</b> Heinrich Wilk, Energie AG.....	Seite 26
<b>Analyse und Zukunftsperspektiven der Österreichischen Photovoltaik Forschung aus Sicht der Österreichischen Technologieplattform</b> W. Hribernik, arsenal research.....	Seite 28
<b>Grundsatzreferat zum Status der Photovoltaik in Österreich</b> Hans Kronberger, PV Austria Präsident.....	Seite 30
<b>Promising prospects for PV in Central an Eastern Europe</b> Stanislaw M. Pietruszko, Warsaw University of Technology.....	Seite 31
<b>PV in Bulgaria: A young and promising development</b> Nina Bencheva, Ioana Ruseva, Daniela Yordanova, Rouse University, Bulgaria.....	Seite 33
<b>An economic sector under development based on promotion of Building-integrated PV</b> Philippe Jacquin, PHK Consultants.....	Seite 41
<b>Photovoltaik Strategien österreichischer Bundesländer</b> Franz Angerer, Amt der NÖ Landesregierung .....	Seite 45

## Strategien der österreichischen Energieforschung

DI Michael Paula  
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien  
7. Österreichische Photovoltaik Fachtagung  
17. bis 19. Juni 2009

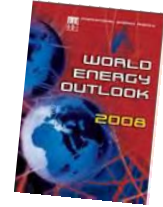
## Wendepunkt des Welt-Energiesystems?!

„Das Welt-Energiesystem ist an einem Wendepunkt angelangt. ...  
...die Zukunft des menschlichen Wohlstands hängt von zwei Herausforderungen ab:

**Ob** es uns gelingt, die Versorgung mit verlässlicher und leistbarer Energie zu sichern und

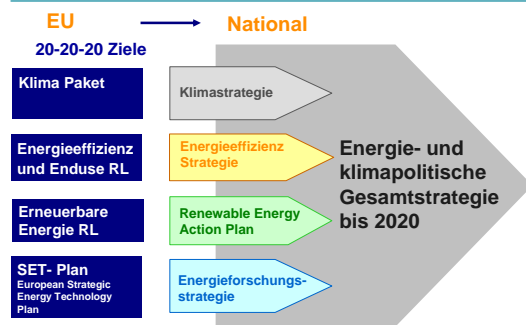
**ob** eine rasche Wende in Richtung eines kohlenstoffarmen, umweltfreundlichen und effizienten Energiesystems gelingt.

Notwendig ist nichts weniger als eine **Energiewendepunkt**.“



IEA World Energy Outlook 2008 –  
Die ersten Zeilen der Executive Summary

## Energieforschungsstrategie Beitrag zur Gesamtstrategie

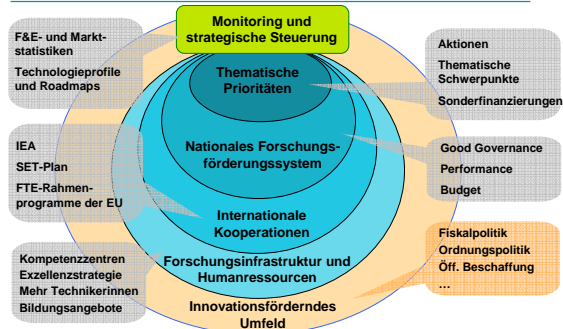


## Zukunftsperspektive 2050

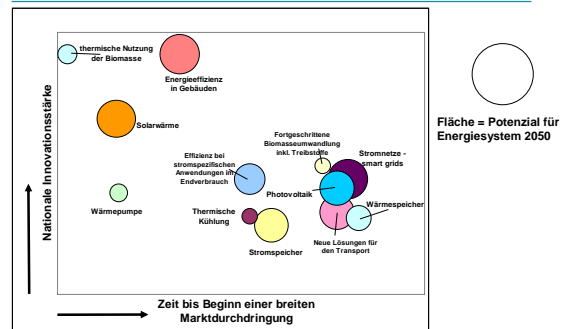
- Langfristig deutliche Veränderungen; daher langfristige Strategien notwendig!
- RES gewinnen an Bedeutung
- „Effizienz-Revolution“ Schlüssel für nachhaltiges Energiesystem
- Neue Technologien und Technologiesprünge erforderlich
- System-Intelligente Lösungen

## Innovationsseitiger Umbau des Energiesystems

## Handlungsebenen der Energieforschungsstrategie



## Bewertung von Technologiebereichen



bm 

## „Durchbrüche“ durch F&E bis 2020

### Aufbringung, Verteilung

**Erneuerbare:**

- Solare Kühlung u. Prozesswärme, Photovoltaik, biogene Brennstoffe und Treibstoffe (2nd Generation Fuels bis Algen)

**Netze:**

- Smart Grids (intelligente, bidirektionale Netze, „Super Grids“ Gleichstrom Last-Management bei unsteter Aufbringung, Elektromobilität, inkl. Stromspeicherung (Druckluft?))

**Fossile Energieerzeugung:**

- CCS und Second Generation Carbon Capture

Seite 7 Energieforschungsstrategie für Österreich

bm 

## „Durchbrüche“ durch F&E bis 2020

### Verbrauch

**Gebäude:**

- Passivhaus und Plus-Energie-Haus, Beleuchtungssysteme, Integration verschiedener Haustechniksysteme, Wärmespeicher


**Verkehr:**

- ÖV: neue Technologien und Logistik-Lösungen,
- MIV: Alternative Antriebssysteme und Treibstoffe

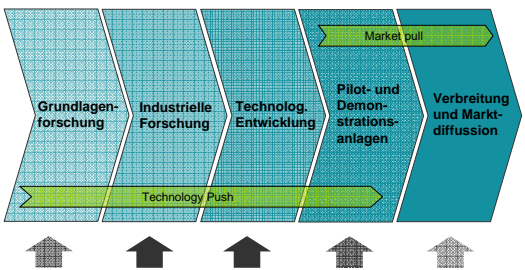
**Industrie u. Gewerbe:**

- Neue Produktionsprozesse und Technologien, Materialien aus erneuerbaren Rohstoffen, Green ICT, Hocheff. Geräte,

Seite 8 Energieforschungsstrategie für Österreich


bm 

## Durchgängiges Förderportfolio

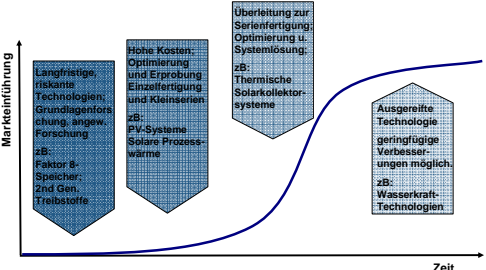


Komplexen Innovationsstrategien brauchen adäquate Förderinstrumente

Seite 9 Energieforschungsstrategie für Österreich

bm 

## Phasen der Markterschließung



Forschung & Entwicklung → Erste Marktnischen → Volle Markterschließung

Seite 10 Energieforschungsstrategie für Österreich

bm 

## Technologiesprünge mit Faktor 10-Technologien



Die Entwicklung völlig neue Technologien benötigt längere Zeiträume, mehr Grundlagenforschung und ist riskanter

Seite 11 Energieforschungsstrategie für Österreich

bm 

## Beiträge der Forschung

- „Low hanging fruits“
  - Kurzfristiger Erfolg
  - Angewandte Forschung
  - Geringeres Risiko
  - Geringere Technologiesprünge
  - Beispiel: Solarthermische Raumheizung
- „High hanging fruits“
  - Große Verbesserungspotenziale
  - Längerfristiger Erfolg
  - Mehr Grundlagenforschung
  - Höheres Risiko
  - Beispiel: 2nd Generation Fuels




Seite 12 Energieforschungsstrategie für Österreich

## Unterschiedliche Voraussetzungen zum Markteintritt


bmvit

kurzfristig	Zum Markteintritt	langfristig
<ul style="list-style-type: none"> <li>Angewandte Forschung</li> <li>Auswertung von Praxisprojekten</li> <li>Unterstützung der Serienfertigung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Angewandte Forschung</li> <li>Entwicklung und Optim. von Konzepten</li> <li>Begleitforschung zu Demonstrationsprojekten</li> <li>Veränderung der Rahmenbedingungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>langfristige Entwicklungssicherheit u. Grundlagenforschung;</li> <li>Angewandte F &amp; E</li> <li>Spätere Erprobung in Demonstrationsprojekten</li> <li>Veränderung der Rahmenbedingungen</li> </ul>
<p>Vorhandene Technologien optimieren und verbilligen</p> <p>zB: Solarwarmwassersysteme Thermische Nutzung von Biomasse</p>	<p>Vorhandene Technologien werden verbessert und in neue Konzepte und Systeme integrieren</p> <p>zB: Plus-Energie-Gebäude Smart-Grids</p>	<p>Völlig neue technologische Ansätze und Konzepte entwickeln; Deutlich späterer Markteintritt</p> <p>zB: 2nd Gen. Fuels Faktor-8-Speicher</p>
<p>Von der Forschung</p>		

Seite 13 Energieforschungsstrategie für Österreich

## ... bis zum Markteintritt

bmvit

**Vor dem Markteintritt das „Tal des Todes“** 

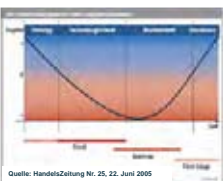
**Gegenmaßnahmen:**

**Technology Push**

- Mehr Investitionsmittel für Demolanlagen
- Breitentests mit Begleitprogrammen
- Unterstützung für den Schritt von der Einzel- zur Serienfertigung
- Seed-Financing, Venture-Capital
- Innovations-Coach

**Market Pull**

- Strategie ausgewählter Nischenmärkte
- Öffentliche Hand als Beschaffer (Public Procurement)



Quelle: HandelsZeitung Nr. 25, 22. Juni 2005

*Der lange Weg vom Prototypen zur Massenfertigung wurde vom amerikanischen Kongressabgeordneten Vernon Eihlers als the valley of death<sup>®</sup> beschrieben: Die Schwierigkeiten, finanzielle Unterstützung - aus öffentlichen und privaten Quellen - in dieser Phase zu akquirieren, hat schon so mancher Idee den Tod beschert. (Quelle: Wie überwinden wir das Tal des Todes <http://www.pro-physik.de>)*

Seite 14 Energieforschungsstrategie für Österreich

## Innovationsförderndes Umfeld unterstützt Marktdynamik

bmvit

Maßnahmen zur Förderung der Markteinführung energierelev. Innovationen (Demand Pull) sind in vielen Politikbereichen notwendig und möglich:

- Fiskalpolitik: Differenzierung der Förder-, Abgabesätze.
- Öffentliche Beschaffung
- Ordnungspolitik (Ge- und Verbote): Ökostromgesetz, Bauvorschriften etc

**Technology und Markt**



**Technology Push und Demand Pull**  
Quelle: S. Novak

Seite 15 Energieforschungsstrategie für Österreich

## Fazit

bmvit

- Mittel/langfristig stehen gewaltige Änderungen des Energiesystems bevor
- Nur konsistente Strategien der Umwelt-, Energie- und Innovationspolitik können diese Herausforderung kostengünstig lösen
- Deutliche Forcierung der Energieforschung und eine umfassende Energieforschungsstrategie können wesentliche Beiträge für Zukunftslösungen bringen

## Energie ist Kooperation!

Seite 16 Energieforschungsstrategie für Österreich

bmvit

## Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Dipl. Ing. Michael Paula  
[michael.paula@bmvit.gv.at](mailto:michael.paula@bmvit.gv.at)

Weitere Informationen:  
[www.hausderzukunft.at](http://www.hausderzukunft.at)  
[www.e2050.at](http://www.e2050.at)

Seite 17 Energieforschungsstrategie für Österreich

# Die Österreichische Technologieplattform Photovoltaik

Georg Napetschnig

Vorsitzender Technologieplattform Photovoltaik Österreich  
KIOTO Clear Energy AG, Solarstraße 1, 9300 St. Veit/Glan

T:+43 (0) 4212 28 300 500, E-mail: [georg.napetschnig@kioto.com](mailto:georg.napetschnig@kioto.com); [www.kioto.com](http://www.kioto.com)

Hubert Fechner

Sekretariat Technologieplattform Photovoltaik Österreich  
Fachhochschule Technikum Wien, Leitung Institut für Erneuerbare Energie  
Giefinggasse 6, A-1210 Wien, Tel.: +43-(1)333-40-77-572  
E-mail: [fechner@technikum-wien.at](mailto:fechner@technikum-wien.at), [www.technikum-wien.at](http://www.technikum-wien.at)

Die Photovoltaik ist weltweit eine der am stärksten wachsenden Technologiebereiche. Führende Nationen bei Technologieentwicklung sind Deutschland, Japan, die USA und einige andere Industrienationen. Österreich hat bereits heute einige Unternehmen, die international an vorderster Stelle mit dabei sind – das Potential für Österreichs Industrie in dieser enormen Wachstumsbranche tausende Arbeitsplätze zu schaffen ist aber bedeutend höher. Gemeinsame Anstrengungen sind erforderlich, um diese historische Chance für Österreich besonders in Zeiten einer wirtschaftlichen Stagnation zu nutzen. Die Österreichische Technologieplattform Photovoltaik ist der Zusammenschluss der größten heimischen Produzenten im Photovoltaik Bereich, mit dem Ziel die Chancen für eine effektive Positionierung dieser Branche am Weltmarkt deutlich zu verbessern.

Österreich verfügt im Bereich Photovoltaik über:

- eine Industrie mit hohem technologischem Know-how, anerkannten Produkten und Innovationen, zwei Weltmarktführern in Nischenbereichen, derzeit 6 Modul- und erste Zellproduzenten sowie erste Vertreter einer höchst innovativen Glasindustrie und andere Gewerbeunternehmen, die sich explizit mit Fragen der Gebäudeintegration beschäftigen.
- Diverse etablierte Industriebetriebe aus verwandten Branchen, die konkret Überlegungen anstellen, in Teilbereiche der PV Wertschöpfungskette einzusteigen; Halbleiter-, Glas-, Elektronik-, Kunststoff- und andere Industriezweige finden sich unter diesen.
- Aktive und sich ergänzende F&E Institutionen (TU Wien, arsenal research, FH-Technikum Wien-Inst.f. Erneuerbare Energie, ...), die in internationalen Forschungsprogrammen und Netzwerken ausgezeichnet positioniert sind. (z.B. EU-Performance, IEA PVPS, IEC, CENELEC, EPIA, EU-PV Technologieplattform,...)
- Engagierte Architekten, die das Thema gebäudeintegrierte Photovoltaik als Kernelement der neuen energiebewussten Architektur betrachten.
- Innovative PV-Installationsunternehmen, die sich speziell auf Gebäudeintegration fokussiert haben.

In Österreich existierte bisher allerdings keine strukturierte Vernetzung der relevanten Player (Industrie, F&E Institutionen,...), sowie keine fokussierte Abstimmung der einzelnen F&E

Projekte im Bereich Photovoltaik, um die entstehenden wirtschaftlichen Chancen und Möglichkeiten koordiniert und bestmöglich zu nutzen. Wesentlich für eine Positionierung Österreichs am globalen Markt ist aber eine enge Abstimmung aller wesentlichen Akteure und eine konzentrierte Forschungs- und Marktaufbereitungsinitiative.

Der rasch wachsende Wirtschaftszweig erfordert eine systematische Vernetzung der Akteure, besonders um die Innovations- und F&E Tätigkeiten systematisch zu optimieren.

Daher wurde die „Nationale Technologieplattform Photovoltaik Austria“ ins Leben gerufen. Die Gründungsversammlung fand unmittelbar vor der 6.Österr. Photovoltaik-Fachtagung am 8.September 2008 im BMVIT, Renngasse 5, statt.

## **Ziele der Nationalen Technologieplattform Photovoltaik Austria:**

- A) Das enorme Potential, das in der heimischen Wirtschaft in Bezug auf eine mögliche Positionierung am global stark wachsenden Photovoltaik (PV)-Weltmarkt steckt, soll mittels fundierter Recherche und Analyse plausibel aufgezeigt werden und den wesentlichsten Entscheidungsträgern vermittelt werden.
  - B) Strukturen einer voll funktionsfähigen Plattform der wesentlichsten heimischen Photovoltaik (PV) Industrie und Forschung sollen errichtet werden, die in einem ersten Schritt darauf abzielen, optimale Rahmenbedingungen für Innovationen und Forschung für die heimische PV Wirtschaft zu definieren. Diese Rahmenbedingungen sind von diversen Faktoren beeinflusst wie die Qualifikation möglicher Mitarbeiter (geeignete Ausbildungsschienen in Österreich), Kooperationsmöglichkeiten mit universitären und außeruniversitären Forschungs-Einrichtungen, Zugang zu Fördermitteln, Stabilität eines Heimmarktes und anderen Faktoren. Diese sollen klar aufgezeigt werden, und Vorschläge für eine Optimierung gemacht werden. Ziel der Plattform ist es auch, ein Rohkonzept für ein dauerhaft gemanagtes österreichisches PV-Forschungsprogramm zu erstellen. Dabei wird das erfolgreiche Beispiel Schweiz als Modell herangezogen.
  - C) Zwischen Forschungseinrichtungen und der Wirtschaft sollen gemeinsame F&E-Aktivitäten gestartet bzw. verstärkt werden, um die heimischen Betriebe dauerhaft am global stark wachsenden PV Markt positionieren zu können. Für eine internationale Sichtbarkeit einer österreichischen PV-Kompetenz ist die Zusammenarbeit der wesentlichsten heimischen Akteure erforderlich. Durch gemeinsames Entwickeln von Forschungsideen mit einem Schwerpunkt auf der Gebäudeintegration soll diese Form der Kooperation systematisiert und intensiviert werden. Als Umsetzungsschienen sollen neben bilateralen Kooperationen auch nationale und europäische Forschungsprogramme genutzt werden. z.B.: EU, PV-ERA NET,...
- **Letztlich ist es das Ziel die österreichische Wettbewerbsfähigkeit und Systemkompetenz einer wachsenden Photovoltaik-Industrie zu stärken und damit dauerhaft hochqualifizierte Arbeitsplätze zu schaffen und zu erhalten.**

Die Technologieplattform Photovoltaik Austria sucht zur Erfüllung dieser Ziele einen engen Kontakt mit der Europäischen Technologieplattform Photovoltaik ([www.eupvplatform.org](http://www.eupvplatform.org)) und deren österreichischen Vertretern, sowie Abstimmung, Anbindung, Einbindung und Integration in die bestehenden Europäischen Aktivitäten.

Die Technologieplattform Photovoltaik Austria bietet sich als die wesentliche Schnittstelle zwischen nationalen Forschungs-, technologischen Entwicklungs-, Disseminations- und Demonstrationsaktivitäten und jenen der EU sowie Aktivitäten in der Internationalen Energie Agentur (IEA, PVPS-Programm) an.

Die Technologieplattform soll vor allem die produzierenden österreichischen PV Unternehmen stärken, um letztlich Technologien nicht nur aus dem Ausland zuzukaufen, sondern selbst an deren Entwicklung teilzunehmen und damit die Chance auf einen neuen bedeutenden Exportmarkt für die österreichische Industrie zu erarbeiten.

Je früher Österreich sich technologisch im Themengebiet Photovoltaik effizient positioniert, desto höher sind die Chancen für die österreichische Industrie, entscheidende Anteile am Weltmarkt zu besetzen.

## **Struktur der Technologieplattform Photovoltaik Austria**

Die Plattform ist grundsätzlich – ähnlich wie die EU Technologieplattformen - als eine lose Vereinigung von innovativen, in Österreich produzierenden Akteuren im Photovoltaikbereich positioniert worden; **der Vorstand** besteht aus Vertretern von Industrie und des österreichischen Photovoltaik-Verbandes, ein Sekretariat ist für die laufende Aktivität verantwortlich.

Derzeit sind 12 PV Unternehmen und 3 Forschungseinrichtungen Österreichs Partner der Plattform, weiters die wesentlichsten F&E Institutionen im PV Bereich, einige weitere Firmen haben bereits die Aufnahme beantragt.

Grundsätzlich sind alle in F&E Aktivitäten eingebundene innovative Akteure der österreichischen PV Szene potentielle Partner, was aber nicht nur die typische PV Branche betrifft, sondern alle anderen Technologiebereiche, die in der Kombination mit Photovoltaik neue Marktchancen erkennen. Die branchenübergreifende Vernetzung („cross-fertilization“) stellt eine wichtige Funktion dar.



## **Status PV Global und aktuelle Technologie-Trends im Bereich der Photovoltaik**

**Dipl.-Ing. Roland Bründlinger,**  
Österreichischer Vertreter in Task 1 des IEA-PVPS Programms<sup>1</sup>  
ÖFPZ Arsenal, Giefinggasse 2, A-1210 Wien  
[roland.bruendlinger@arsenal.ac.at](mailto:roland.bruendlinger@arsenal.ac.at)

### **Photovoltaik Branche weiterhin auf Höhenflug**

Das Rekordwachstum des weltweiten Photovoltaikmarkts im Jahr 2007 wurde auch 2008 noch übertroffen. Wie aus den ersten Schätzungen hervorgeht, wurde 2008 weltweit mehr als 5.9 Gigawatt Photovoltaikleistung installiert, was eine Verdoppelung des Markts im Vergleich zum Vorjahr bedeutet. Die gesamte installierte Leistung in diesen Ländern betrug Ende 2008 bereits geschätzte 13,7 Gigawatt, was einem Wachstum von 75% der installierten Leistung innerhalb eines Jahres entspricht.

Damit hat sich die Photovoltaik mittlerweile nicht nur ihre Position als eine der weltweit am stärksten wachsenden Branchen gefestigt, die auch weitgehend von der allgegenwärtigen Finanz- und Wirtschaftskrise verschont geblieben ist, auch technologisch entwickelt sich die Photovoltaik ständig weiter.

Die Photovoltaik als technologieintensive High-tech Branche ist mittlerweile sowohl durch ihre Bedeutung für den Arbeitsmarkt als auch aufgrund ihrer enormen Wachstumspotentiale für die Industrie weltweit und nicht zuletzt in Österreich von steigender Relevanz.

So schätzt man derzeit, dass allein in den IEA-PVPS Ländern etwa 120.000 Personen direkt im Photovoltaik Sektor, in der Forschung, Produktion und Installation beschäftigt sind – 20% mehr als noch 2007.

### **Technologietrends 2009**

Auf der Ebene der Zelltechnologien dominieren den Markt weiterhin kristalline, waferbasierte Technologien mit einem Marktanteil von ca. 87%. In den letzten beiden Jahren haben Dünnschichttechnologien stark aufgeholt und haben innerhalb von 2 Jahren ihren Marktanteil mehr als verdoppelt. Gründe dafür waren vor allem der – vorübergehende – Mangel an preiswertem Silizium, darüber hinaus weisen Dünnschichttechnologien auch Kostenreduktionspotentiale auf, die erheblich über denen kristalliner liegen. Auch die Energierücklaufzeiten liegen bei diesen Technologien mit ca. 1 bis 2 Jahren erheblich unter denen von kristallinen Solarzellen. Im Detail sind dabei vor allem Silizium-Dünnschichttechnologien (amorphes Silizium sowie mikrokristallines Silizium), CdTe (Cadmium-Tellurid) sowie CIGS (Kupfer-Indium-Gallium-Selen) von Bedeutung.

Neben den Technologietrends auf der Zell- und Modulebene führt die stetig wachsende Photovoltaikkapazität (Stichwort Grid Parity) auch zu neuen Herausforderungen für die Stromversorgungsnetze und einem grundlegenden Umdenken auf Seiten der Netzbetreiber. In Deutschland hat dieser Paradigmenwechsel bereits voll eingesetzt, mit dem Ziel, dass PV Anlagen in Zukunft auch zur Stabilisierung der Netze im Normalbetrieb wie auch bei Störungen beitragen müssen. Um dies zu erreichen, ist insbesondere auf Seiten der Wechselrichter, die die zentrale Schnittstelle zum Netz darstellen, die Entwicklung neuer Konzepte und Technologien notwendig.

---

<sup>1</sup> **Das Photovoltaic Power Systems (PVPS) Programm der Internationalen Energieagentur (IEA) als führendes Forschungsnetzwerk im Bereich Photovoltaik**

Der Internationalen Energieagentur, die primär gegründet wurde, um die OECD Staaten unabhängiger von den Erdölländern zu machen, kommt im Bereich der angewandten Photovoltaik Forschung eine immer stärker werdende Bedeutung zu. Das "Photovoltaic Power Systems Programm" hat sich inzwischen als weltweit führendes Forschungsnetzwerk etabliert, das sich für eine rasche Einführung der PV als energiewirtschaftlich bedeutende Option in der Stromerzeugung einsetzt.

Umfassende Informationen sind auf der IEA-PVPS Website unter [www.iea-pvps.org](http://www.iea-pvps.org) abrufbar. Seite 7



## Status – PV Dünnschicht

Hans-Dieter Mohring, Michael Powalla  
Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg  
Industriestraße 6, 70565 Stuttgart  
Tel.: +49 711 7870 272, hans-dieter.mohring@zsw-bw.de  
<http://www.zsw-bw.de>

Mit erheblichem Kapitalaufwand weiten gegenwärtig weltweit die Hersteller von Dünnschicht-Solarmodulen ihre Fertigungskapazitäten aus, sowohl durch Ausbau bestehender Fertigungslinien als auch durch Einführung neuer Technologien in die industrielle Produktion. Im Jahr 2008 erreichten Dünnschichttechnologien einen Anteil von 14 % an der gesamten PV-Produktion. Es wird erwartet, dass die Dünnschichttechnik in wenigen Jahren ihren Marktanteil auf über 30% erhöht.

Folgende drei Technologieklassen sind auf dem Markt präsent:  
die amorphe/mikrokristalline Siliziumtechnik, die Cd-Te-basierte und die Kupfer-Indium-Selenid (bzw. Schwefel)-Technik, kurz CIS.

Alle drei genannten Technologien haben gemeinsam, dass die photoelektrisch aktiven Schichten aus einer nur wenige Mikrometer dünnen Materialschicht bestehen und dass die Herstellung mittels großflächiger Verfahren erfolgt, die in der Display- und Architekturglasbeschichtung seit vielen Jahren eingesetzt werden. Die Produktionseinheiten haben mindestens Quadratmetermaßstab, sind also um zwei Größenordnungen größer als die Fläche eines Siliziumwafers. Dabei sind die Schichten so dünn, dass sie mechanisch nicht selbsttragend sind und deshalb auf eine Trägerplatte, dem Substrat, aufgebracht werden müssen. In der Regel wird dafür Fensterglas verwendet. Es kommen aber auch flexible Folien aus Kunststoffen oder Metall zum Einsatz, was langfristig eine kostengünstige Rolle-zu-Rolle-Beschichtung ermöglicht. Ganz wichtig ist auch, dass die Verschaltung der Einzelzellen zum Modul in den Herstellprozess integriert werden kann. Dieses meist mit Lasern durchgeführte Verfahren heißt "monolithische Verschaltung". Damit ist die Dünnschicht-Technologie kosteneffizienter zu automatisieren und variabler in der Produktgestaltung als die konventionelle Silizium-Wafer-Technologie.

Die Schwierigkeiten einer schnelleren Markteinführung lagen bisher hauptsächlich darin begründet, dass man lernen musste, die Halbleiter in ausreichender Qualität und Produktivität (Prozessausbeute, Durchsatz etc.) herzustellen. Das heißt in erster Linie, dass der Maschinenbau entsprechendes Equipment entwickeln musste, was die Investitionseintrittsschwelle sehr hoch legte. Außerdem waren (und sind) die materialwissenschaftlichen Grundlagen parallel zu entwickeln und können nicht aus der Silizium-Branche übernommen werden. Heute gibt es Ausrüsterfirmen, überwiegend aus dem Umfeld der Flachbildschirmtechnik, die vor allem für die a-Si/ $\mu$ c-Si Technik schlüsselfertige Fabriken verkaufen. Nach und nach wird dieses Angebot auch für die CIS Technologie verfügbar sein.

Beim Vergleich der drei Technologien a-Si/ $\mu$ c-Si, CdTe und CIS stellt man fest, dass a-Si/ $\mu$ c-Si in der Produktionstechnik am weitesten fortgeschritten ist, CIS die höchsten Modulwirkungsgrade erreicht hat und CdTe die Kostenführerschaft in der Photovoltaik übernommen hat.

Für a-Si/ $\mu$ cSi geht der Trend von 1,1 m x 1,4 m großen Substraten zu größeren Produktionseinheiten (2,6 m x 2,2 m). Die Verfügbarkeit von „Turnkey- Lösungen“ hat vor allem in Deutschland aber auch in Asien einen Investitionsboom ausgelöst (z.B. Ersol, Schott, Sunfilm, ...). Auch beim CIS gehen immer mehr Firmen in die Massenproduktion (Würth Solar, Johanna Solar, Showa Shell, Honda; AVANCIS, Solibro, Odersun). Hier hat sich wie beim CdTe z.T. eine Substratgröße von ca. 0,6 m x 1,2 m durchgesetzt. Es gibt jedoch auch hier Hersteller, die individuell größere Maße fertigen. CdTe wird stark von einem Hersteller (First Solar) dominiert, der sein Produktionsvolumen an den Produktionsstandorten USA, Deutschland und Asien bis 2009 allein auf über 1 GWp Jahresproduktionskapazität ausbauen wird.

Inzwischen gibt es PV-Generatoren in Dünnschichttechnik von kW-Größe auf dem Einfamilienhaus bis hin zur MW-Freiflächenanlage. In Deutschland wurden 2007 ca. 118 MWp in Freiflächenanlagen verbaut. Hier beträgt der Anteil der Dünnschichtanlagen bereits 62 %. Bei a-Si- und CdTe-Anlagen gibt es gerade für große Freiflächenanlagen schon langjährige Betriebsdaten. Für CIS gab es den Praxisbeweis zunächst bei kleinen bis mittleren Anlagengrößen. Erste MW Anlagen entstanden 2007 in Spanien. Für a-Si/ $\mu$ cSi-Anlagen gibt es noch relativ wenig Praxiserfahrung.

Alle drei Technologien haben bewiesen, dass die großindustrielle Produktion beherrschbar ist. Die Produkte können in Qualität und Stabilität auf dem Markt mit der kristallinen Silizium-Technologie konkurrieren und haben das Potenzial, die Produktionskosten auf unter 1 €/Wp zu senken.

Torsten Kukuk

Freiburg, den 29.05.2009

## **Smart Metering, ein weiterer Impuls für die Photovoltaik?**

### ***7.Österreichische PHOTOVOLTAIK Tagung***

Internationale Technologieentwicklungen

Torsten Kukuk (Soziologe M.A.)

EnCT GmbH, Forschungsgruppe Energie- und Kommunikationstechnologien

Emmy-Noether-Str. 2, 79110 Freiburg (D)

Tel. +49 761 6116779-0

Fax +49 761 6116779-99

E-Mail: [Torsten.kukuk@enct.de](mailto:Torsten.kukuk@enct.de)

Die Forschungsgruppe EnCT in Freiburg ist ein innovatives Start-up-Unternehmen, das sich auf intelligente Formen zur Messung des Strom- und Energieverbrauchs spezialisiert hat (Smart Metering). Gegründet von Mitarbeitern des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE, entwickelt und evaluiert EnCT mit einem interdisziplinären Team neue Stromtarife, Programme für mehr Energieeffizienz, Systeme zur Rückmeldung von Energieverbräuchen sowie Analyse- und Prognose-Instrumente. Unsere nationalen und europäischen Kunden zählen zu den führenden Unternehmen der Energiewirtschaft. EnCT arbeitet auch vor Ort und begleitet zahlreiche Feldtests – von der Kommunikation mit den Endkunden, über die ökonomische Optimierung bis zur sozialwissenschaftlichen Wirkungsforschung.

Die Deutsche Bundesregierung hat auf ihrer Kabinettsklausur in Meseberg im August 2007 beschlossen, die Einführung intelligenter Zähler zu fördern und die für einen marktgetriebenen Prozess erforderlichen Rahmenbedingungen zu entwickeln.

Konzeptionell umgesetzt wurde dies 2008 mit der Novellierung des EnWG und der Messzugangsverordnung (MessZV). Die MessZV ist am 23.10.2008 in Kraft getreten und setzt auf größtmöglichen Wettbewerb und geringstmögliche Einschränkungen bei Verbrauchern und Unternehmen. Sie nimmt bewusst Abstand von einem verpflichtenden flächendeckenden Einbau einer vorgegebenen Standardtechnik zu einem festgelegten Zeitpunkt. Die Novelle des EnWG und der MessZV gehen von einem medienübergreifenden

Ansatz aus, indem sie weitestgehend entsprechende Regelungen für den Strom und den Gasbereich vorsehen.

Die wesentlichen Verpflichtungen sind

- ab sofort ist der Lieferant verpflichtet, sofern der Letztverbraucher dies wünscht, eine monatliche, vierteljährliche oder halbjährliche Abrechnung zu vereinbaren.
- ab 2010: Einbau von intelligenten Zählern nur für Neubauten und bei größeren Renovierungen
- ab 2010 müssen intelligente Zähler für bestehende Messeinrichtungen angeboten werden.
- ab 30.12.2010 müssen Energieversorgungsunternehmen einen Tarif für Letztverbraucher von Elektrizität anbieten, der einen Anreiz zu Energieeinsparung oder Steuerung des Energieverbrauchs setzt, was insbesondere zeit- und lastvariable Tarife sind.

Die Vorgaben zur Einführung von Smart-Metering durch den Gesetzgeber für die Energieversorgungsunternehmen sind vertriebsorientiert und somit abgesehen von Neubauten und größeren Renovierungen nur auf freiwilliger Basis in der Fläche umzusetzen.

**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zeigt die erwartete Etablierung von Echtzeit-Verbrauchsablesungen und Abrechnungen bis Mitte 2014 und darauf folgend die ersten Service Mashups Ende 2014.



Abbildung 1: Zeitplan Smart Metering (Quelle: BDI initiativ IKT für Energiemärkte der Zukunft 2008)

Der Kunde bekommt nun auf Wunsch einen Intelligenten Stromzähler (Smart Meter), dem bei der Gestaltung einer nachhaltigen Energieversorgung eine Schlüsselrolle zukommt. Der intelligente Stromzähler misst nicht nur den Jahresverbrauch, sondern auch den Lastgang und kann diese Daten in kurzen Abständen durch unterschiedliche Kommunikationstechnologien an das Energieversorgungsunternehmen übertragen. Über Schnittstellen können auch Erdgas-, Wärme- und Wasserzähler angeschlossen und ausgelesen werden. Neue Anreizsysteme (Demand Response), zum Beispiel marktorientierte, zeitvariable und dynamische Tarife sind hierdurch möglich. Die Privatkunden erhalten Feedback über ihren Energieverbrauch, ihre Energiekosten und die

Erzeugungsdaten der Photovoltaikanlage. So werden sie dabei unterstützt, nachhaltig mit Energie umzugehen.

Erste Zwischenergebnisse von laufenden Smart Metering Pilotprojekten zeigen bei den Feldtestteilnehmer, die eine eigene Photovoltaik-Anlage besitzen, großes Interesse an der Integration der PV-Energieerzeugungsdaten in die Feedbacksysteme (Display, Internetportal) des Smart Metering.

Die Integration dezentraler Erzeuger, speziell bei Privathaushalten, in das Smart Metering stellt einen weiteren Schritt zum Smart Grid (intelligentes Stromnetz) dar. Mit dem Smart Meter Gateway kann durch bidirektionale Kommunikation auf dezentrale Erzeuger und Lasten Einfluss genommen werden und somit die Erzeugung und der Verbrauch in den Verteilernetzen aktiv angepasst werden. Für die Haushalte als Energieletztverbraucher stellt die nun mögliche Transparenz der Erzeugung und des Verbrauchs eine neue Einflussgröße auf das individuelle Verhalten dar.

Hinsichtlich der nachhaltigen Energienutzung hat der Verbraucher nun die Möglichkeit seine Energienutzung an der eigenen Energieerzeugung, zum Beispiel durch eine Photovoltaikanlage, auszurichten. Durch die Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG 2009), hier § 33 Absatz (2), ergibt sich eine Vergütung von 25,01 Cent pro Kilowattstunde, soweit die Anlagenbetreiber oder Dritte den Strom in unmittelbarer räumlicher Nähe zur Anlage selbst verbrauchen und dies nachweisen. Es wird nicht mehr nur die Einspeisung sondern auch der direkte Verbrauch der erzeugten Energie gefördert.

Abhängig von den aktuellen Bezugspreisen der Strom Kilowattstunde des Haushalts kann sich unter diesen Bedingungen schon jetzt ein ökonomischer Vorteil durch den Eigenverbrauch der erzeugten Energie ergeben. Abbildung 2 zeigt, anhand der Vergütungswerte für eine PV-Anlage bis zu 30KW die auf einem Gebäude installiert ist, die Vergütung der Einspeisung und des Verbrauchs nach der Novellierung des EEG 2009. Dadurch ergibt sich für den Eigenverbrauch von der Photovoltaikanlage erzeugten Energie ab einem Beschaffungspreis von 18,00 Cent pro Kilowattsunde ein ökonomischer Vorteil.

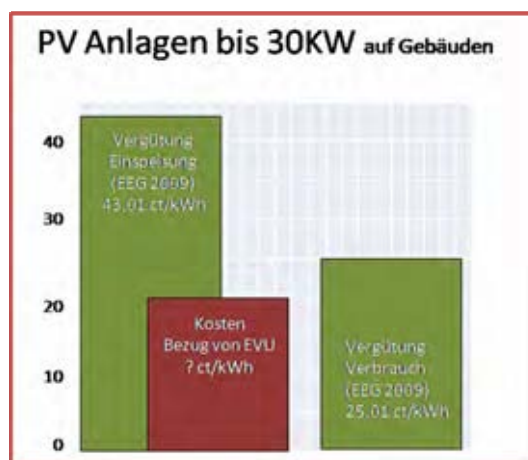


Abbildung 2: Vergütung Einspeisung/Verbrauch PV (©EnCT Basis EEG 2009)

# VANADIUM REDOX FLOW BATTERY – AN INNOVATIVE ENERGY STORAGE APPROACH

Martha Schreiber, Martin Harrer, Herbert Bucsich, Matthias Dragschitz, Leyla Kendirci, Sebastian Schultes, Ernst Seifert, Peter Tymciw  
Cellstrom GmbH, Austria

Contact: martha.schreiber@cellstrom.com

Keywords: remote area power supply, energy storage, vanadium redox flow battery, solar battery, solar filling station

## Introduction

With the use of electricity from renewable energies such as solar, wind and bio-mass becoming more important, demand for medium to large storage systems is increasing. The reason for storage lies in the intermittency of renewable resources. Intermediate storage thus adds value to these resources and is one of the key issues of a sustainable solar energy world. Requirements for the energy storage range from high safety and reliability to product life cycle of approx. 20 years at decent cost. Of the energy storage technologies known to date, electrochemical storage in liquids will become important and occupy a niche market in the kWh to MWh regime. The best known representatives of that technology are flow batteries.

For most energy storage systems, high volumetric and specific energy are among the most desired. For utility applications life time, reliability, and state of charge control are the most important requisites and are often ranked on the expense of weight and volume.

## Experimental

The Vanadium Redox Flow Battery technology, first introduced by M. Skyllas-Kazacos in 1986, is an energy storage technology that differs significantly from conventional rechargeable battery technologies. It uses 2 liquid energy storage media, often called electrolytes, instead of solid energy storing electrodes like in Pb/acid and Lithium Ion batteries. The use of liquid electrolytes where all components remain in liquid solution at all times of operation make the Vanadium Redox Flow Battery unique in terms of life time, reliability, and state of charge control. The liquid state characteristics allow both design modularity and performance modularity. Design modularity is defined by the overall power (kW) due to the number of electrochemical stacks at a given power, and the overall energy (kWh) due to the liters of energy carrying liquids at a given concentration.

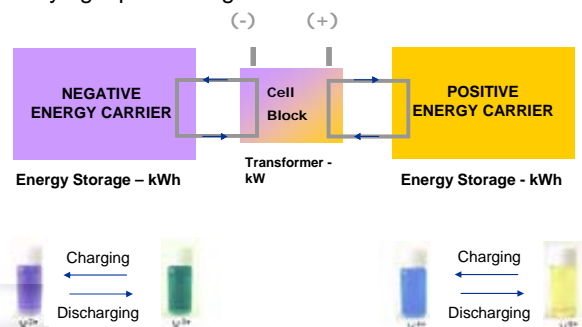


Fig.1. Schematics of the Vanadium Redox Flow Battery

Performance modularity is expressed in a multi stage operation mode, pump control mode and temperature management of the liquids.

## Results and Discussion

The 2008 announced product FB 10-100 provides 10 kW maximum power and 100 kWh's in terms of energy. Within the presentation a report on the latest results of the Cellstrom Vanadium Redox Flow Battery, including technical performance and cost issues of the first series product FB 10/100 will be given.



Fig. 2: Cellstrom Vanadium redox Flow Battery FB10/100

## Conclusions

The vanadium redox flow battery technology is suitable for remote area power supply stations, such as the solar filling station shown in Figure 2 among others.



Fig. 3: Solar filling station for electric vehicles at the Castello Monte Vibiano Wine and Olive farm.

## References

- [1] M. Skyllas-Kazacos et al., *AU Patent 575247*, (1986)

## **Die Photovoltaik-Förderprogramme des Klima- und Energiefonds**

DI Ingmar Höbarth

Abstract, 5.06.2009

Neben der Reduktion der Treibhausgase und der Steigerung der Energieeffizienz ist die Forcierung innovativer erneuerbarer Energien ein wesentliches Ziel des Klima- und Energiefonds der österreichischen Bundesregierung. Mit der Förderung sowohl freistehender als auch gebäudeintegrierter privater Photovoltaikanlagen bis 5 kW und von gebäudeintegrierter Photovoltaik in Fertighäusern setzt der Klima- und Energiefonds auch 2009 einen eindeutigen Solarschwerpunkt.

### **Die Photovoltaik-Förderaktion 2008**

Die große Nachfrage nach den Fördermitteln der Photovoltaikaktion 2008 hat gezeigt, wie groß der Nachholbedarf nach geeigneten Förderungen für Photovoltaik in Österreich ist. Die erste Ausschreibung im Juli 2008 in der Höhe von EUR 8,0 Mio. war innerhalb von 20 Minuten vergeben. Mit einer Aufstockung des Fördervolumens um 2,9 Mio Euro konnte der Klimafonds insgesamt 820 Anlagen mit 10,9 Mio. € unterstützen – das entspricht einer installierten Leistung von 3700 kW. In Oberösterreich wurde mit 1400 kW die größte Leistung installiert, gefolgt von der Steiermark (1200 kW) und Niederösterreich (500 kW). Mit knapp 80% aller Anlagen wurden „größere“ Anlagen von 4-5 kW am stärksten nachgefragt. Besonders erfreulich war mit 20% die große Nachfrage nach gebäudeintegrierter Photovoltaik. Diese besonders innovativen Anlagen übernehmen eine Gebädefunktion, wie zum Beispiel Fassade, Dach, Balkonverkleidung oder sogar Sonnenschutz.

### **Die Photovoltaik-Förderaktionen 2009**

Unter dem neuen Präsidium des Klima- und Energiefonds, repräsentiert durch Frau Minister Bures und Herrn Minister Berlakovich, werden sowohl die Forschungsförderung als auch die Förderaktionen zur Photovoltaik für Private heuer verstärkt fortgesetzt. Das Budget wird im Vergleich zum Vorjahr fast verdoppelt: es ist geplant, EUR 18,0 Mio. für die Investitionsförderung und EUR 1,0 Mio. für die gebäudeintegrierte Photovoltaik in Fertighäusern zur Verfügung zu stellen.

Für die erfolgreiche Markteinführung der Photovoltaik, die als große Zukunftstechnologie zur klimafreundlichen Stromproduktion gilt, sind Fördermaßnahmen bis zur Erreichung der Netzparität notwendig. Die Netzparität wird für Österreich in fünf bis zehn Jahren erwartet. Das Ziel der Photovoltaik-Förderaktionen des Klima- und Energiefonds ist es, einen dynamischen Heimmarkt mit entsprechenden Marktstrukturen aufzubauen und damit die Wirtschaft, heimische Standorte und die Arbeitsplätze der Zukunft zu unterstützen. Mit verstärkter Nachfrage und einer entsprechenden Massenproduktion ist mit einer deutlichen Senkung der Preise zu rechnen, Experten erwarten eine Halbierung der Modulpreise bis

2015. Die Senkung der Kosten ist eine der Schlüsselfaktoren für eine beschleunigte Verbreitung der Photovoltaik.

Der Klima- und Energiefonds sieht für die österreichische Wirtschaft bei der gebäudeintegrierten Photovoltaik, die konsumentenseitig mit höheren Fördersätzen unterstützt wird, besonders großes Potential. Ziel ist es, mit den Förderprogrammen die Spezialisierung auf gebäudeintegrierte Modulen voranzutreiben. Mit der Entwicklung vom Nischenprodukt zum Massenprodukt kann die innovative Wirtschaft die Chance wahrzunehmen, auf dem Weltmarkt Fuß zu fassen. Besonderes Interesse weckt die gebäudeintegrierte Photovoltaik bei Architekten, denen sich mit dem „futuristischen Baustoff“ ungeahnte Gestaltungsmöglichkeiten bieten – schließlich symbolisiert die gebäudeintegrierte Photovoltaik den Aufbruch in das Solarzeitalter.

Weiters wird der Klima- und Energiefonds 2009 den Kauf von Fertighäusern mit integrierten Photovoltaikanlagen mit einem eigenen Programm unterstützen. Bei der Entwicklung dieses Produktes arbeitet der Klima- und Energiefonds eng mit dem Österreichischen Fertighausverband zusammen, der in den letzten Jahren eine verstärkte Nachfrage nach einer Versorgung mit erneuerbaren Energien beim Kauf von Fertighäusern registriert hat. Der Fertighausbau weist kontinuierliche Umsatzsteigerungen auf, im Jahr 2007 wurden in Österreich 5842 Fertighäuser neu errichtet. Japan zeigt eindrucksvoll vor, welches Potential in dieser Technologie liegt, in Japan ist bereits jedes zweite Fertighaus mit einer GIPV-Anlage versehen.

Im Rahmen des Forschungsprogrammes „Neue Energien 2020“ fördert der Klima- und Energiefonds auch die Weiterentwicklung der Photovoltaik. Im Rahmen der letzten Ausschreibung wurden viele spannende Projekte eingereicht, zum Beispiel für die Entwicklung von Verfahren zur kostengünstigeren Herstellung von Solarsilizium oder auch äußerst innovative Pilotanwendungen der Photovoltaik. Die Schwerpunktsetzung wird in den zukünftigen Ausschreibungen fortgesetzt.



## Grid Parity: Solarstrom so billig wie Strom aus dem Netz

Turbo für den PV-Markt -- Phasenübergang am Strommarkt -- Trotzdem Verkaufen lernen

### 1. Motivation: Nervös wie Rennpferde vor dem Start

„Grid Parity“ hat das Zeug zum Wort des Jahres in der Energiebranche. Das Wort kommt von „parity“ engl. Gleichheit und tönt an das leicht trotzige österreichische „pari sein“ für „quitt sein“. Die bloße Vorstellung, dass Solarstrom vom eigenen Dach kostenmäßig gleichzieht mit Strombezug aus dem Grid, dem öffentlichen Stromnetz ist den Einen elektrisierende Heilsaussicht, den Anderen teuflischer Albtraum. Aber wann ist es soweit? Wann und wo wird sie zuerst ausgerufen, die Emanzipation des PV-Absatzes von beständig gefährdeten politischen Vorgaben und Gnaden. Wie spielt sich das ab, wenn – endlich! – sich Solarstrom verbreitet, dass selbst der Siegeszug des Handys dagegen wie eine Schnecke wirkt?

### 2. Bedingungen für Grid Parity – Wann ist's soweit?

Die Parameter der Kalkulation sind in vier Bereiche zu kategorisieren:

1. Die Investitionskosten: Modulpreise sind in den letzten Monaten deutlich gefallen. Zudem sind Wirkungsgrade von Modulen wie BOS Komponenten stetig gestiegen, die Zuverlässigkeit der Anlagen steigt, die Lernkurve wirkt sich am Markt aus. Die Experten von Photon Consulting sprechen bei den Fertigungskosten für Module vom „Race to \$1/W“, und rechnen für 2012 mit dem breiten Zieleinlauf der Konkurrenten. Komplettpreise für Hausdachanlagen, die heute noch 4 – 6 €/W Komplettpreis kosten, sollten dann unter 3 €/W betragen.
2. Der Standort: Der Ertrag der PV-Anlage als Funktion meteorologischer Gegebenheiten ist die unstrittigste Einflussgröße. Trotzdem ist die solare Einstrahlung sicher nicht der entscheidende Parameter, um vorauszusagen, wo der Durchbruch starten wird. Politisch bestimmte Rahmenbedingungen wie Anschlussbedingungen (dazu: alles zum Thema „Smart Grid“), Vorrang für Erneuerbare, Steuern und Netzzugang, und der Preis des Strom aus dem Netz
3. Die Fremdstromkosten: Die für Haushalte relevanten Stromkosten samt Netz und Steuern sind europaweit sehr verschieden: In Helsinki und Paris zahlt man 11,6 Cent bzw. 12,3 Cent pro Kilowattstunde; in Berlin kostet die Kilowattstunde zahlt man 21,3 und in Kopenhagen gar 30,8 Cent<sup>1</sup>. Diese Preise werden wachsen: Eine Studie des IHS<sup>2</sup> rechnet bis 2020 mit einem Preis für Base-Lieferungen von bis zu 295 €/MWh (derzeit 55 €/MWh), d.s. durchschnittlich 14% Preissteigerung. Zieht man den spätestens ab 2020 aus geologischen Gründen erwarteten drastischen Rückgang der weltweiten Erdgasförderung in betracht<sup>3</sup>, ist über die Lebensdauer heute installierter PV-Anlagen eine noch deutlichere Kostensteigerung des „Parity-Partners“ zu kalkulieren. Bei den Kostenkomponenten Netzes und Steuern spricht die Mehrzahl der Argumente ebenfalls für forcierte Preissteigerungen.
4. Das Kalkulationsmodell: Bei gegebenen Investitionskosten für die PV-Anlage und Wettbewerbskosten des Fremdstroms bestimmen Zinssatz und Amortisationszeitraum sowie die Kosten für Betrieb, Wartung und Reparaturen. Für den privaten Eigenheimbesitzer ist es – nach der Bankenkrise nun mehr denn je – akzeptabel, Zinssatz und Eigenaufwand samt Dachmiete auf Werte nahe Null zu setzen, und die Amortisationszeit auf die Lebensdauer der Anlage, bspw. 30 Jahre auszuweiten. Würden Konsumenten so rechnen, 25 Jahre Amortisation, 2% Zins, 5% jährliches Ertragswachstum weil Strompreiswachstum, wäre PV heute schon gegen 18 Cent Strompreis „pari“. (Offenbar rechnet „der Konsument“ anders.)

<sup>1</sup> E-Control, Presseaussendung vom 19.5.2009, <http://www.e-control.at/de/presse/presseaussendungen>

<sup>2</sup> K. Weyerstrass, J. Jaenicke, K. Schönplugh, 2008, siehe: <http://www.oegor.at/ihs/pdfs/Weyerstrass.pdf>

<sup>3</sup> Werner Zittel, Vortrag 15.5.2009, Wien, siehe: [http://www.igwindkraft.at/index.php?mdoc\\_id=1010768](http://www.igwindkraft.at/index.php?mdoc_id=1010768)

### **3. Auswirkungen der Grid Parity**

#### **3.1. PV-Markt zündet die zweite Raketenstufe**

Hypothese: Es wird einen Zeitpunkt geben, da die Systemkosten (samt Finanzierungskosten) kleiner PV-Anlagen vom Markt als günstiger im Vergleich mit dem Strombezug aus dem Netz akzeptiert werden. Das wird regional verschieden sein, aber einen Boom auslösen, der Photovoltaik wiederum zu einem Verkäufermarkt machen könnte. Private Energie-Autonomie durch inselfähige Wechselrichter könnte einen weiteren Markttreiber abgeben. Die „Grid Parity“ wird von der Psychologie ausgerufen, nicht von der Technik.

Für die Energiewirtschaft relevant ist, dass PV gegenüber allen anderen Energietechniken eine komplett andere Skalierungsfähigkeit besitzt. Das betrifft sowohl die einzelne PV-Anlage als auch die Fertigungstechnik für die Produktion sämtlicher Komponenten. Während alle anderen Energiequellen maschinenbaulich Basis haben, ist PV Elektronik. Die Wachstumsraten sind nicht die des Automobils sondern die des Handies. Die notorischen Bremsen von Genehmigung; Finanzierung und Bauzeiten von Großanlagen sind für PV nicht anwendbar. Das begründet ganz ungewohnte Dynamik.

Für die Branche – und die gestaltende Wirtschafts- und Technologiepolitik – bedeutet die Herausforderung / Chance, sich auf das Erwartbare einzustellen. Wer ist vorbereitet, wenn der Boom einsetzt? Wer kann sich leisten, rechtzeitig Know-how, Produktionskapazität, Vertriebskanäle, Bau- und Servicestruktur einsatzbereit zu halten? Wer verhungert wegen Fehlstart? Was kann über den Rahmen des Einzelunternehmens die Politik tun, um auch andere gesellschaftliche Ziele (Klimaschutz, Sozialpolitik, Energiesicherheit, Risikopolitik) zu erreichen?

#### **3.2. Phasenübergang im Strommarkt: Vom Verbraucher-Markt zum Prosumer-Markt**

Noch bewirken die Wachstumsszenarien der Solarbranche bei den „gestandenen E-Wirtschaftlern“ nachsichtiges Lächeln: Im Jahr 2020 wird in Europa 12%, in Österreich 8% des Stroms aus Sonnenenergie erzeugt. Die Skepsis ist auf Basis des Maschinenbau-Paradigmas verständlich. Die völlig andere Dynamik des Elektronik-Marktes mit den darin möglichen Skalierbarkeiten der Produktion erweisen die Ziele als durchaus erreichbar. Aber den Markt der Energieversorgung wird das beeinflussen, und somit schon die heute anstehenden Entscheidungen darin.

Wesentliche Konzepte des energiewirtschaftlichen Paradigmas müssen unter dem Gesichtspunkt der Grid Parity neu durchdacht und neu aufgesetzt werden: Energie-Entscheidungen werden klein, Stromerzeugung wird zu einem statistischen Prozess sowohl was die Investition als auch die je momentane Leistung anbelangt. „Wettbewerbsfähigkeit“ wird ein komplexes Konzept. „Verbraucher“ wird ein obsoletes Konzept, „Prosumer“ beherrschen das Geschehen. Geschäftsmodelle aus Marketing und der diskreten Technik intelligenter Steuerung werden „die EVU“ vollständig ablösen.

### **4. Regulierung und Förderung für den Übergang**

Die Aussicht auf baldige „Grid Parity“ von Solarstrom empfiehlt dringend politische Gestaltung: Durch eine frühzeitige Anreizregulierung über Einspeisetarife sollte der solide Aufbau des Marktes evoziert werden: Produzenten, Systemintegration, Vertriebs- und Servicestrukturen, Finanzierung. Gesetzliche und normative Vorgaben an Netz- und Schaltkonfigurationen, Tarif- und Abrechnungssysteme, Zähleranforderungen, Geräte- und Anlagensteuerungen und nicht zuletzt an Komponenten der Photovoltaik selbst sind geeignet, die Entwicklung zu gestalten, zu hindern oder zu fördern. Aus Sicht der österreichischen PV-Branche sind Maßnahmen zur Förderung und aktiven Vorbereitung der aufgezeigten Entwicklung notwendig, um in diesem Markt nicht gegenüber Nachbarländern zu unterliegen.

Mag. Ulfert Höhne ist Unternehmensberater im Bereich Energie und Nachhaltigkeit. Er hat 1999 die oekostrom AG gegründet, deren Vorstand er bis Anfang 2008 war.

## Photovoltaik und seine Rolle im Gesamtenergiesystem

Wolf D. Grossmann<sup>1</sup>

Eine Prüfung des möglichen Ausmaßes solarer Energieversorgung gemessen am Gesamtenergiebedarf anhand relevanter Kriterien aus Physik, Technologie, Wirtschaft, Geographie usw. zeigt, dass eine globale Komplettenergieversorgung weitgehend möglich ist, also weit mehr als nur der Ersatz fossiler Brennstoffe im Elektrizitätssektor.

- \* Energieangebot der nutzbaren Sonnenenergieeinstrahlung: Faktor >100 höher als Weltgesamtenergiebedarf.
- \* Nur die Sonne, und nur wenn durch Photovoltaik (PV), Solarthermie (ST) und photosynthetische Mikroalgen (PM) genutzt, hat genügend Potenzial. Dies liegt um den Faktor 1000 höher als von allen anderen erneuerbaren Methoden zusammen (Wind, Geothermie, Wellen, Energiepflanzen usw.).
- \* Alle Mineralien, Metalle, etc. für ein solares Energieversorgungssystem sind bei *derzeitigem* Energienachfrageniveau ausreichend auf der Erde vorhanden. Umweltaspekte: Recycling von Solarpanels wird von der Firma First Solar (Marktpreisführer PV, 1 GW Produktionskapazität Ende 2009) durchgeführt.
- \* Kosten: Elektrizitätskosten aus PV sollten 2013 auch in nördlicheren Ländern wie Österreich und Japan grid parity erreichen, also Solarstrom zum Kohlepreis, in sehr guten Sonnenlagen früher. Danach zunehmender Wettbewerbsvorteil von PV. ST ist teurer als PV, Kosten sinken langsamer. Windenergie, da ausgereifte Technologie, nur noch langsame Kostendegression.
- \* Flächenbedarf: Der Gesamtenergiebedarf der USA könnte auf 1.7% der US-Landfläche gedeckt werden, global würde eine Fläche von 1.2 Mill. km<sup>2</sup> oder 1.08% der globalen Landfläche benötigt (Lewis). In vielen europäischen Ländern liegt der Flächenbedarf ebenfalls im niedrigen 1stelligen Prozentbereich.
- \* Primärenergienachfrage sinkt auf etwa 60% bei gleicher Bedarfserfüllung wegen deutlich besserer Wirkungsgrade vieler Verbraucher (Kraftwerke, Fahrzeugantriebe- E-Antrieb statt Verbrennungsmotor).
- \* Bedeutendes technisches Problem: Solare Gesamtenergieversorgung benötigt integrierte Ansätze für Elektrizitätsspeicher, Nachfrageverschiebungen (zeitabhängige Tarife, breiter Einsatz von Wärmepumpen), Elektrizitätskopplung über viele Zeitzonen (Ost-West-Kooperation), und wegen Sonnenlagen eine Nord-Süd-Kooperation zumindest innerhalb Europas. Solare Wärme ist zu erträglichen Kosten speicherbar, was Solarthermie derzeit unverzichtbar macht. Elektrofahrzeuge können bei großer Verbreitung einen Beitrag im niedrigen Prozentbereich als Speichermedium leisten. All dies braucht das „smart grid“, sogar ein sehr smartes.

<sup>1</sup>Adjunct Professor of Climate and Society, University of Hawaii at Manoa, SOEST  
& Wegener Center for Climate and Global Change, Universität Graz  
wolf.grossmann@gmail.com

### Aufgaben, die die österreichische „Smart-Grid“ Initiative wahrnehmen könnte

\* Photovoltaik kommt in globaler Energieversorgung mit erneuerbaren Energieträgern eine entscheidende Rolle zu. Dies muss mit Vorgehen zur Energiespeicherung und – Nachfrageverschiebung unterstützt werden. Smart Grid ist hier zentral.

\* Preisführer bei PV-Panels ist die US-Firma First Solar, mit deutlichem Abstand. Europa verliert durch nicht ganz zielführende Subventionierung den Anschluss. Policies sind zu modifizieren und zu ergänzen, etwa wie der „Market by Fiat“ in Kalifornien.

\* Schaffung bzw. Förderung breiter Koalitionen aus Genehmigungsbehörden, Umweltschutz, Regionalplanung, Fahrzeugherstellern, Kreditinstituten (für flexible Kostenberechnung bzw. Gutschriften bei Elektrofahrzeugen), Energieproduzenten, Politik und vielen weiteren Gruppen. Diese müssen regierungs- und politikmäßig auf allen Ebenen tätig sein.

Rasches Handeln ist nötig, um den überraschenden Vorsprung der USA (besonders Kalifornien) einzuholen. Es ist vorteilhaft, von Vorreitern lernen und es dann besser zu machen. Dies könnte für Österreich und Europa zielführend sein.

### Langfristiger sozioökonomisch-psychologischer Ansatz notwendig

\* Der Energiebedarf wird global in diesem Jahrhundert selbst bei weiter steigender Effizienz in plausiblen Referenzszenarien (Wirtschaftswachstum wie im letzten Jahrhundert) um den Faktor 10 zunehmen. Folge: Massive Engpässen in allen Einsatzfaktoren, vor allem in der Fläche, aber auch bei knapperen Mineralien.

\* Eine Auswertung für die USA (Bin & Dowlatabadi) hat gezeigt, dass die Bevölkerung für >90% des Gesamtenergieverbrauchs verantwortlich ist. Die Autoren haben zum Energieverbrauch den Energie-Herstellung und -Entsorgungsaufwand hinzugerechnet (Kfz, Gebäude usw.).

\* Deshalb ist parallel zur Schaffung der integrierten Konsortien (oben genannt, Politik, Verwaltung, Wirtschaft, Wissenschaft usw.) an einer breiten sozioökonomischen Veränderung zu arbeiten. Viele Stichworte, über Energiedienstleistungen hinaus „Products of the mind“ statt materieller Produkte, „compact cities“, usw. also soziale Faktoren und Änderungen der Lebensführung.

\* Eine solare Gesamtenergieversorgung erscheint zunehmend als real. Von vielen Gesichtspunkten her - Nachhaltigkeit, Klima, Ozean-Versauerung, Kosten fossiler Energieträger bei wachsender Wirtschaft - erscheint sie als unabdingbar. Sozioökonomische Veränderungen erscheinen dabei als unabdingbar. Bei derartigem integrierten Vorgehen besteht die Chance, den aus vielen Gründen als nötig erkannten globalen Übergang zu erneuerbaren Energien in diesem Jahrhundert zu schaffen.



**Programmsteuerung:**  
Klima- und Energiefonds

**Programmabwicklung:**  
Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH (FFG)



## **Sun<sup>power</sup>City – ein PV-Stadtteil als Baustein eines Wirtschaftsstandortes**

Konzeption eines Energie produzierenden Stadtteils mit energetisch optimierter Bauweise unter besonderer Berücksichtigung von gebäudeintegrierter Photovoltaik

**Referenten: Fritz Kittel, Wiener Wirtschaftsförderungsfonds und  
Franz Tragner, tatwort**

Im Rahmen einer Grundlagenstudie werden die wirtschaftlichen, energetischen und planerischen Grundlagen eines Energie produzierenden Musterstadtteils mit Schwerpunkt gebäudeintegrierter Photovoltaik (GIPV) erarbeitet – als Grundlagenbasis für die mögliche Umsetzung eines solchen Projektes durch die Stadt Wien/den WWFF.

Als Plus-Energie-Stadtteil kann eine Sun<sup>power</sup>City als internationales Leuchtturmprojekt der Stadt Wien vermarktet werden und damit als Anreiz für Forschungsaktivitäten und Betriebsansiedlungen dienen. Die PV-Branche ist letztendlich auch ein kräftiger Beschäftigungsmotor: Alleine in Deutschland existieren heute bereits 42.000 Arbeitsplätze in der PV-Branche. Möchte Österreich (derzeit rund 1.700 Arbeitsplätze) mit den günstigen Entwicklungen Deutschlands mithalten, so müssten bis 2020 10.000 Arbeitsplätze und bis 2030 15.000 neue Arbeitsplätze geschaffen werden.

Die Sun<sup>power</sup>City kann nach Klärung aller nötigen Voraussetzungen Schritt für Schritt über einen Zeitraum von mehreren Jahren hinweg in Wien als gebündeltes Photovoltaik-Stadtareal errichtet werden. Die genaue Klärung der Standortoptionen folgt in Zusammenarbeit mit den zuständigen Stellen der Stadt Wien und dem WWFF. Neue Stadtentwicklungsgebiete wie beispielsweise das Flugfeld Aspern werden diskutiert.

Erste Modellrechnungen und Simulationen zeigen, dass das Ziel, in Wien einen Energieplus-Stadtteil zu planen, bei einem typischen Misch-Stadtteil (Wohnbau, Büro, Handel im Verhältnis 85:10:5 der Bruttogrundfläche BGF) durchaus realistisch ist und, bei energieoptimierter Bauweise, Südorientierung der Gebäude und einem PV-Wirkungsgrad von 18 %, sogar durch alleinige Nutzung der Südflächen (Dach und Fassade) erreicht werden könnte.

Im weiteren Verlauf der Studie werden im Hinblick auf eine konkrete Standortentscheidung ein Energiekonzept, ein Testentwurf und ein detaillierter Umsetzungsplan für das Projektvorhaben erstellt – stets in enger Abstimmung mit der Stadt Wien und den relevanten Stakeholdern (PV-Wirtschaft, Energieversorgungsunternehmen, potentiellen Investoren).

### **Das Projektkonsortium:**

tatwort – Gesellschaft für Kommunikation und Projektmanagement

Wiener Wirtschaftsförderungsfonds WWFF

HEIc Hornbacher Energie Innovation Consulting GmbH

Österreichisches Forschungs- und Prüfzentrum Arsenal Gesellschaft m.b.H.

pos.architekten ZT KEG

## High Tech Photovoltaik-Modul-Produktion in Österreich

Gerhard Rabensteiner

Als österreichischer Hersteller ist KIOTO besonders stolz, eine technologische Revolution im Bereich der Photovoltaik Modulfertigung mit einer Jahreskapazität von 40 Megawatt vorstellen zu dürfen.

Es handelt sich um eine vollautomatische Fertigungslinie mit einer im gesamten Prozessablauf durchgehenden Qualitätssicherung.

Der Prozess beginnt mit einer 100% Eingangskontrolle der erstklassigen Solarzellen von ausgesuchten Zulieferern.

Eine exakte Positionierung aller Einzelteile, wie z. B. der Folie, im automatischen Durchlauf garantieren geringe Toleranzen und hohe Lebensdauer.

Unser patentiertes Lötverfahren ist weltweit einzigartig und kombiniert rationelle Fertigung in einem Schritt mit exzellenter Qualität. Es besteht keinerlei Gefahr vom Auftreten der gefürchteten Haarrisse selbst bei den modernsten nur 160µm dünnen Solar- Zellen.

Das neuartige SoftCrimp - Verfahren garantiert ein verspannungsfreies Löten und ist beispielhaft für unser „Zero Breakage Concept“. In Zukunft können dann auch bis zu 100µm dünne Solarzellen verarbeitet werden.

Unser Laminierverfahren unterliegt einer vollautomatischen Qualitätskontrolle, die zusätzlich regelmäßig durch ein externes Institut auf beste Vernetzung kontrolliert wird. Hierdurch kann die Langzeitstabilität des Glas/Folienverbundes über mehr als 25 Jahre garantiert werden.

Der automatische Laminat-Beschnitt höchster Präzision dient dem gleichen Ziel, einer absoluten Dichtheit über die gesamte Lebensdauer.

Durch Verwendung des besten 2 Komponenten-Industrie-Klebers erfüllt unser Rahmen-Glasverbund höchste Stabilitäts-Anforderungen.

Die Aushärtung des Klebers erfolgt im laufenden Betrieb, wobei der kontinuierliche Ausstoß durch vollintegrierte Modulpuffer und Wendeanlagen sichergestellt wird.

Die Einkammer-Alu-Profile der Module sind ohne Drainage-Bohrungen bereits sicher gegen Vereisungsschäden und werden durch spezielle UV-beständige und handlings-freundliche Eckstücke verbunden.

Am Ende des Prozesses werden alle Module vollautomatisch gemessen und in Leistungsklassen eingeteilt. Alle Messgeräte werden permanent kalibriert und überwacht.

Dadurch wird für jedes einzelne Modul ein individueller Leistungsnachweis erzeugt.

Die Module sind nach ISO6215:2005 zertifiziert und sind mit 5400 Pa Druckstabilität selbst für die schneereichsten Regionen geeignet.

Unser entscheidender Wettbewerbs-Vorteil ist, dass wir die Kundenerwartungen nach extrem engen Toleranzen in der Serienfertigung und höchster Qualitätssicherung bis hin zur Montage durch unser Konzept und unser Teamgeist konsequent erfüllen.

Durch das über die vollständige Prozess-Strecke integrierte Qualitätskonzept ergeben sich für einen Photovoltaik-Kraftwerksbetreiber bis zu 5% höhere Erträge über die gesamte Lebensdauer.

## Monokornmembrane – Die PV Technologie der nächsten Generation

Wolfgang Ressler, Crystalsol

Ziel von *crystalsol* ist die Entwicklung von Photovoltaikmodulen auf Basis einer revolutionären, patentierten Technologie, die zu einer drastischen Kostenreduktion für die erzeugte elektrische Energie führen wird.

*crystalsol's* Technologie stellt einen völlig neuen Typ von Solarzelle dar. Obwohl Zusammensetzung und Struktur des Halbleitermaterials als auch der Fertigungsprozess sind in dieser Kombination neu, einzigartig und durch Patente geschützt.

Die Licht-absorbierende Schicht besteht aus einem einkristallinen Halbleiterpulver aus Kupfer Zink Zinn Sulfoselenid (CZTS). Jeder kleine Einkristall, auch Monokorn genannt, stellt für sich eine winzige Solarzelle dar, die in der Folge in eine Polymermembran eingebracht wird, daher der Name Monokornmembran. Alle übrigen Bestandteile des Moduls, wie Kontakte, Verkapselung, etc. können von herkömmlichen Photovoltaikmodulen übernommen werden. Daraus ergibt sich eine Reihe von Vorteilen gegenüber den etablierten Photovoltaiktechnologien:

- Geringe Produktionskosten durch kostengünstige Rohstoffe und niedrigen Kapitalbedarf für die Fertigung
- Vielfältige Anwendungsmöglichkeiten durch flexible und leichte Module mit geringem Temperaturkoeffizienten
- Keine Verfügbarkeitsrisiken der Rohstoffe durch Vermeidung von Indium, Gallium oder Tellur
- Lange Haltbarkeit durch stabilen einkristallinen Halbleiter

Der Wirkungsgrad der von *crystalsol* handgemachten Zellen wurde kürzlich vom Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE) in Freiburg mit 5,9% zertifiziert. Dabei ist zu berücksichtigen, dass viele Komponenten noch nicht optimiert sind und mit aktuell eingesetzten manuellen Verfahren auch nicht optimiert werden können. Im Zuge der aktuellen Entwicklung sollen Wirkungsgrade, die deutlich über denen von organischen Solarzellen und im Mittelfeld der Dünnschichttechnologien liegen, erreicht werden.

Die gesamte Produktentwicklung – von den derzeit vorhandenen manuell hergestellten Prototypen bis zur Pilotfertigung – wird voraussichtlich 3-4 Jahre dauern. Ziel bis Mitte 2010 ist es, jeden Produktionsschritt von Handarbeit auf maschinelle Fertigung in Einzelschritten umzustellen und geeignete Maschinen zu spezifizieren.

In der Folge werden die Einzelschritte in einer Pilotanlage verkettet und optimiert. In der zweiten Jahreshälfte 2011 wird diese Rolle-zu-Rolle Anlage erste Module für den Verkauf produzieren.

*crystalsol's* Markteintritt wird in der gebäudeintegrierten Photovoltaik (Building Integrated Photovoltaics) erfolgen. In diesem Segment kann *crystalsol* noch stärker die Vorteile seiner Technologie, im speziellen die Flexibilität in Form und Größe, ausspielen.

*crystalso*l OG wurde im Februar 2009 gegründet und wird aktuell im Rahmen von INiTS (dem akademischen Gründerzentrum), AWS PreSeed und der FFG (Feasibility Study) unterstützt. Das Gründerteam besteht aus Dr. Thomas Badegruber, DI Wolfgang Ressler und Prof. Dr. Dieter Meissner. Dr. Badegruber und DI Ressler haben bereits Unternehmen (mit-)gegründet und haben jeweils mehr als vier Jahre Erfahrung bei der Unternehmensberatung McKinsey & Company, Inc. in relevanten Bereichen gesammelt. Beide widmen sich seit Mai 2008 dem Unternehmensaufbau. Prof. Dieter Meissner lehrt an der Technischen Universität Tallinn und an der FH Wels. Er ist einer der Pioniere der Monokornmembranen mit über 30 Jahren Erfahrung im Bereich Photovoltaik.



## **Verbund: F&E-Aktivitäten im Bereich Photovoltaik**

DI Dr. Rudolf Zauner

Verbund-Austrian Renewable Power GmbH

Schottengasse 4, 1010 Wien

[rudolf.zauner2@verbund.at](mailto:rudolf.zauner2@verbund.at); [www.verbund.at](http://www.verbund.at)

### **VERBUND-Austrian Renewable Power GmbH**

Als einer der führenden Wasserkraftkonzerne Europas setzt der Verbund in Zukunft noch stärker auf erneuerbare Energieträger. Dazu wurde im Herbst 2007 die Tochtergesellschaft VERBUND-Austrian Renewable Power GmbH gegründet. Ihr Ziel ist es, rund 400 MW an Erzeugungskapazitäten auf Basis „neuer“ erneuerbarer Energiequellen zu realisieren. Neben der Wasserkraft ergänzt der Verbund sein Erzeugungsportfolio zukünftig vor allem durch Windkraft und Photovoltaik.

### **Anwendungsorientierte Forschung und Technologieentwicklung in den Erneuerbaren**

Die anwendungsorientierte Forschung und Technologieentwicklung im Bereich der „neuen“ erneuerbaren Erzeugungstechnologien wird operativ von der Verbund-Austrian Renewable Power GmbH abgewickelt. Die einzelnen F&E-Aktivitäten dienen zur Optimierung der bestehenden Erzeugungsanlagen sowie zur Know-How-Intensivierung in der Berechnung, Planung, Errichtung und Betriebsführung von neuen Anlagen.

### **Optimierung des Backtrackings der 2,1 MW-Photovoltaikanlage Mercadillo**

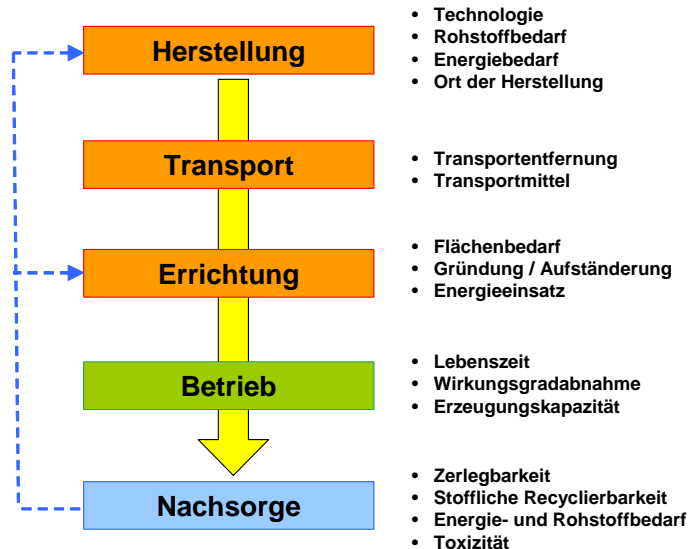
Ziel dieses F&E-Projektes ist es, die Nahverschattung der einachsigen nachgeführten Photovoltaikanlage Mercadillo zu simulieren, um die im jahreszeitlichen Verlauf optimale Stellung jedes einzelnen Trackers zu finden. So sollen die Verschattung minimiert und damit die Erträge maximiert werden. Die Ergebnisse der Simulation mit PVSyst® werden von der Betriebsführung übernommen und die Trackersteuerungen entsprechend programmiert – dementsprechend kann der Performancegewinn sofort umgesetzt werden. [In Zusammenarbeit mit Kioto PV und FH Technikum Wien]



### **Lebenszyklusanalyse der Photovoltaikanlagen Mercadillo und Macael**

Mit Hilfe der Ökobilanz-Software GEMIS® wird im Zuge einer Diplomarbeit die Energy-Payback-Time (EPBT) der beiden spanischen Photovoltaikparks des Verbund berechnet und

mit der geplanten Nutzungsdauer verglichen. Die vermeintlich lange Energy-Payback-Time von photovoltaischen Anlagen wird für das sonnenreiche Südspanien auf ca. 1,5 bis 2,5 Jahre geschätzt. In den Bilanzen werden neben dem Energieaufwand für die Herstellung der Zellen, Wafer und weiterer Anlagenbestandteile auch der Transport sowie das Recycling berücksichtigt. [In Zusammenarbeit mit Umweltbundesamt und Universität Zaragoza]



### Modulteststand an der Photovoltaikanlage Loser

Ein Messaufbau für die Modulkennlinienmessung (U-I-Kennlinie) für die Langzeitmessung von Degradation und Einstrahlungs- sowie Jahreszeitabhängigkeit des Wirkungsgrades der vom Verbund in den spanischen Kraftwerken eingesetzten Module wird konzipiert, gebaut, getestet und an der bestehenden 30kW<sub>peak</sub>-Anlage am Loser installiert. Damit werden wertvolle Erkenntnisse über den optimalen Betrieb und die Langzeitstabilität unterschiedlicher Modultypen an einer Referenzanlage gewonnen. [In Zusammenarbeit mit Energie AG und FH Technikum Wien]



Anhand der bearbeiteten F&E-Aktivitäten zeigt sich, dass es sich bei den gewählten Themen um sehr anwendungsorientierte Arbeiten handelt, die stets in Bezug zu den beim Verbund eingesetzten Erzeugungstechnologien stehen.

## 7. Österreichische Photovoltaik Fachtagung

Haus der Wirtschaft, Wien, 17.-19. Juni 2009

# 1 MW Sonnenkraftwerk Oberösterreich

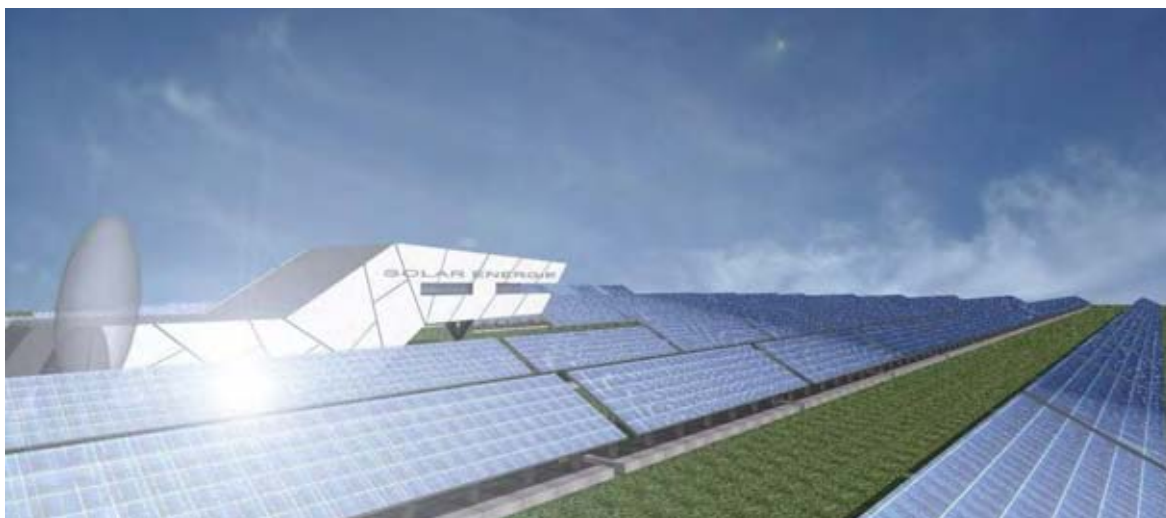
Dipl.-Ing. Heinrich Wilk, Energie AG Kraftwerke GmbH

Mag. Dr. Stefan Pointner, Fair Energy GmbH

Linz, Böhmerwaldstraße 3

Die Energie AG baut Österreichs größtes Sonnenkraftwerk. Mit Förderungen des Landes Oberösterreich wird ein Solarstrom-Meilenstein gesetzt. Im Interesse einer Erhöhung des Anteils an erneuerbaren Energieträgern wurden Photovoltaikanlagen in unserem Bundesland seit 1991 kontinuierlich gefördert.

Dass die Energie AG Vorreiter im Bereich der erneuerbaren Energien ist, stellt sie schon seit Jahrzehnten immer wieder eindrucksvoll unter Beweis. Beispiele sind etwa das Sonnenkraftwerk am Loser im Ausseerland, das als eine der größten alpinen PV-Anlagen seit 20 Jahren Sonnenstrom liefert und die 40 kW Anlage an der Autobahn-Schallschutzwand bei Seewalchen - sowie die größte österreichische Photovoltaikfassade am Power Tower, der Konzernzentrale der Energie AG in Linz.



Mit den Bauarbeiten wird nach umfangreichen Vorleistungen im Sommer begonnen. Idealer Standort für die beeindruckende Großanlage ist ein ca. 60.000 Quadratmeter großes Grundstück an der Westautobahn bei Eberstalzell im Bezirk Wels-Land. Es handelt sich um eine netzgekoppelte Photovoltaikanlage mit einer Spitzenleistung von 1 MW. Der Jahresstromertrag wurde mit knapp 1 GWh berechnet. Die Investitionskosten belaufen sich auf rund € 6 Mio.

Der Forschungscharakter ist ein wesentlicher Teil des Vorhabens. Es werden Solarmodule verschiedener Technologien und Hersteller installiert: Monokristalline und polykristalline Solarmodule sowie verschiedene Dünnschichttechnologien. Mit der Sonne nachgeführten Solargeneratoren (Mover / Tracker) wird der zusätzliche Stromertrag erforscht. Ein umfangreiches Monitoringprogramm ist vorgesehen und unterstützt die Visualisierung. Weiters wird ein Infocenter errichtet das der Unterbringung der technischen Einrichtungen dient sowie für Präsentations- und Informationszwecke verwendet wird.

Zeitplan (vorläufig):

- Planung Frühling 2009
- Behördeneinreichung: 14.4.2009

- Behördenverhandlung: 18.5.2009
- Spatenstich: Juli 2009
- Ausschreibungen: Sommer 2009
- Baubeginn InfoCenter: Herbst 2009
- Montage Solargenerator: Frühling 2010
- Inbetriebnahme: Sommer 2010

#### Technik:

Die Solargeneratoren werden in Reihen angeordnet und sind genau nach Süden ausgerichtet. Die Neigung der Solarmodule beträgt 30°. Der Abstand der Reihen beträgt 8,5 m. Ein Ertragsverlust von ca. 1 % wegen gelegentlicher Schneebedeckung ist eingerechnet. Diese Kennzahl stammt aus Erfahrungswerten mit der PV-Anlage an der HTL-Leonding. Der Flächennutzungsfaktor beträgt bei dieser Reihenanordnung 0,24. Laut Berechnungen des ZSW ergibt das eine weitere Ertragsminderung von ca. 1 %. Auch dieser Faktor wurde bei der Ertragsprognose berücksichtigt. Die Solarmodule werden in Reihen montiert, es befinden sich immer zwei Paneele hochkant übereinander. Die Stränge werden so verschaltet, dass jeweils eine obere Reihe bzw. eine untere Reihe einen eigenen Strang bildet. Das hat den Vorteil, dass bei Schneelage durch das Abrutschen zuerst die oberen Stränge Strom erzeugen können während die unteren noch schneebedeckt sind. Auch bei der minimalen Abschattung morgens und abends im Dezember können die Stränge in der oberen Reihe bereits Strom produzieren, während die unteren Reihen noch im Schatten sind.

Die Gestelle des Solargenerators werden durch Fundamente getragen. Über Aluminiumprofile werden die einzelnen Steher miteinander verbunden. Auf diese Weise entsteht ein niedriger Erderwiderstand der Gesamtanlage. Die Gestelle der einzelnen Reihen werden zusätzlich elektrisch leitfähig mehrfach miteinander verbunden um einen guten Potentialausgleich im Solargeneratorfeld zu erzielen. Das massive Aluminiumprofil der Querträger kann im Falle eines Blitzschlages den Blitzstrom ableiten. Die Modultische werden mit Fangspitzen versehen die den Blitzstrom ableiten. Nach einer Risikoabwägung wurde auf weitere alleinstehende Fangeinrichtungen verzichtet. Die Einschlaghäufigkeit für einen Quadratkilometer liegt in dieser ebenen Gegend laut ALDIS bei 1,3 pro Jahr. Die Anlage umfasst ca. 5 ha, das entspricht 1/20 eines km<sup>2</sup>. Daraus folgt, dass wir im Mittel mit einem Blitzeinschlag in 15,5 Jahren rechnen müssen. Diese Methode hat sich auch bei der PV-Anlage Loser-Altsee bewährt, die bereits 20 Jahre in einer Seehöhe von 1500 m in Betrieb ist. Bei der PV-Anlage an der Autobahn A1 in Seewalchen wurde ebenso vorgegangen (seit 1991). In beiden Fällen gab es bisher keine Schäden durch Blitzeinschläge. Die in den Solarmodulen und Strangleitungen induzierten Überspannungen werden durch entsprechende Überspannungsableiter in den Strangverbindungskästen auf ein unschädliches Maß reduziert. Am Gebäudeeintritt werden alle Leitungen mit entsprechenden Überspannungsableitern geschützt. Die Tracker und deren Elektronik werden gegen direkten Blitzschlag durch je eine nördlich montierte Fangstange geschützt.

Der Anschluss der Photovoltaikanlage an das Mittelspannungsnetz erfolgt über ein ca. 1 km langes 30 kV - Erdkabel. Die Leistung des neu zu errichtenden Transformators beträgt 1250 kVA. Hinsichtlich der Beeinflussung der Netzspannungsqualität werden die in den Technisch-organisatorischen Regeln (TOR) angeführten Bedingungen eingehalten. Das wird auch durch Berechnungen des Wechselrichterherstellers abgesichert.

Besuchen Sie auch unsere Home-Page: [www.energieag.at](http://www.energieag.at)

3d-Grafik: Josef Fichtinger

## Analyse und Zukunftsperspektiven der Österreichischen Photovoltaik Forschung aus Sicht der Österreichischen Technologieplattform

**Dipl.-Ing. Dr. Wolfgang Hribernik,**

*Leiter des Geschäftsfeldes Elektrische Energiesysteme,*

*Department Energy, AIT*

*Giefinggasse 2, A-1210 Wien*

[wolfgang.hribernik@ait.ac.at](mailto:wolfgang.hribernik@ait.ac.at)

### Photovoltaik – ein Wachstumsmotor

Alternative Wege zur Energieerzeugung und unter anderem Photovoltaik sind auf Grund knapper werdender fossiler Ressourcen sowie aufgrund der geltenden Richtlinien zur Verminderung des CO<sub>2</sub>-Ausstosses unerlässlich. Gemäß einer Studie der European Photovoltaic Industry Association (EPIA), entwickelte sich die global pro Jahr installierte Leistung an Photovoltaik (PV) Modulen von einem Wert von 2.4 GW im Jahr 2007 auf 5.5 GW im Jahr 2008, was einem Wachstum von 129,1 % entspricht. PV Anlagen haben sich zu einer bedeutenden und profitablen Investitionsform entwickelt. Aus diesem Grund kommt der Qualitätssicherung für die Modulproduktion sowie der Ertragsprognose für Anlagen eine essentielle Aufgabe zu. Die Verarbeitungsqualität der Module beeinflusst dabei in erster Linie deren Eigenschaft, unter unterschiedlichen klimatischen Einflüssen zu bestehen.

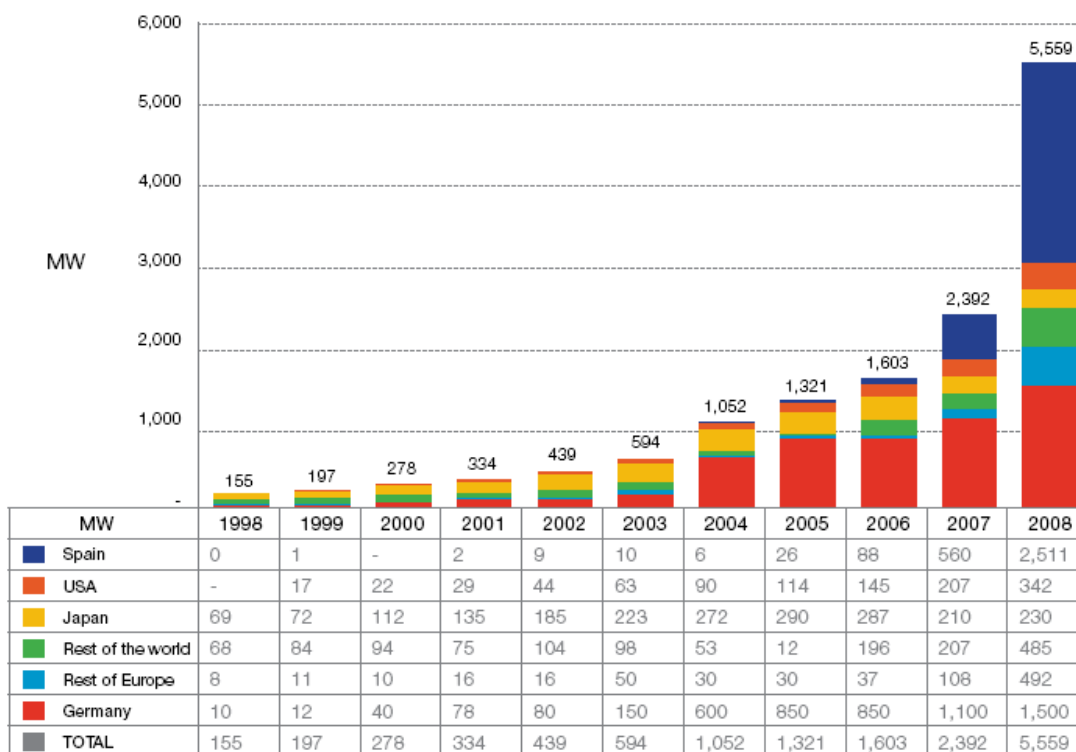


Abbildung 1.: Historische Entwicklung des globalen PV-Marktes per Region. Datenquelle und Grafik: EPIA Global market outlook for photovoltaics until 2013.

### Österreichische Technologieplattform

Österreichweit sind seit dem Jahr 2000 sechs Produzenten von Photovoltaik-Modulen, zwei Zellhersteller und diverse Zulieferbetriebe entstanden. Insgesamt arbeiten derzeit etwas über 1700 Beschäftigte in der heimischen Photovoltaik-Branche. Der Markt für die geplanten Aktivitäten ist jedenfalls weiterhin auf Grund der Förderregelungen zu einem Großteil der globale PV Markt. Die weiterhin dynamische Entwicklung des internationalen Marktes und der Forschungslandschaft ermöglichen es, den Aufschwung in inländische Firmen zu übertragen und durch die Technologieführerschaft in einzelnen Marktsegmenten zu übernehmen. Die „Technologieplattform Photovoltaik Österreich“ beginnend mit den 10 größten heimischen PV Industrieunternehmen sowie den relevanten F&E-Einrichtungen soll es ermöglichen, conse-

quent daran zu arbeiten, die Rahmenbedingungen für Innovationen und Forschung für die heimische PV Wirtschaft zu optimieren. Zwischen Forschungseinrichtungen und der Wirtschaft soll eine solide Basis für gemeinsame F&E-Projekte entstehen; gemeinsame Forschungsaktivitäten sollen initiiert bzw. verstärkt werden, um diverse heimische Betriebe als wesentliche globale Innovationsmotoren in ausgewählten Nischenbereichen dauerhaft am internationalen PV-Markt zu positionieren.

### Rolle des AIT in der Technologieplattform

Seit dem Jahr 2003 beschäftigt sich AIT intensiv mit der elektrischen Charakterisierung und Erforschung von PV Modulen. AIT bietet Forschungspartnern und Herstellern aus aller Welt wissenschaftlich fundierte Forschung und Entwicklungsunterstützung. Durch seine nationale Rolle ist das AIT international orientiert, aber speziell auf die Bedürfnisse des österreichischen Marktes ausgerichtet. Das ermöglicht insbesondere neueste Technologietrends aktiv voranzutreiben und mit österreichischen Industriepartnern zusammen zu entwickeln. Arbeitsgrundlage ist die EN ISO/IEC 17025, welche die strengen Anforderungen an das Qualitätsmanagement-System und die Arbeitsweise festlegt. Die umfangreichen Erkenntnisse aus dem Bereich der Charakterisierung unterschiedlicher PV Module wurde in Form einer Datenbank gesammelt und systematisch ausgewertet. Hochaktuelle Forschungsthemen sind unter anderem Module kristalliner Zelltechnologien und Dünnschichttechnologien im Vergleich. Wird derzeit noch der Großteil des Marktes in Österreich durch kristalline Technologien abgedeckt - 90% -, so weist speziell der Dünnschichtmarkt ein großes Wachstumspotential auf. Dünnschichtmodule haben wesentliche Vorteile, aber auch Nachteile. Das geht von günstigerer spektraler Empfindlichkeit im Diffuslicht bis hin zu geringerem Leistungsverlust bei erhöhten Temperaturen Kostenreduktion in der Produktion. Dem gegenüber stehen für die Energieausbeute wesentliche, großteils unverstandene Mechanismen wie Degradation (Wirkungsgradverlust) von amorphen Modulen unter Sonneneinstrahlung oder Abhängigkeit der spektralen Empfindlichkeit von Temperatur und Bestrahlungsstärke, sowie die generell niederen Wirkungsgrade und Unsicherheiten bezüglich der Lebensdauer.

Tools zur Simulation, Modellierung, zum Online-Monitoring, zur Risikoabschätzungen, und Forschungsinfrastruktur für kristalline Standard- und Konzentratormodule, je ein Dünnschichtlabor zur Charakterisierung und Dünnschicht-Grundlagenforschung stehen den Kooperationspartnern zur Verfügung. Ziel ist es durch innovative, nachhaltige Forschungsthemen auf einander abgestimmt das österreichische Gesamt Know-how im PV-Bereich auszubauen. Themen sollen identifiziert werden, auf die österreichische PV-Landschaft abgebildet und durch Partner innerhalb der Technologieplattform gezielt vernetzt aufgearbeitet werden. Zukünftige Forschungsthemen sind in Bereichen wie Risikoanalysen, Qualitätssicherung, Lebensdaueranalysen, Entwicklung von Messstandards, Modellierung, PV-Integration in bestehende Systeme (Gebäude, Fahrzeuge), Prozessoptimierung, Aufbau neuer innovativer Technologien oder Anlagenmonitoring denkbar.

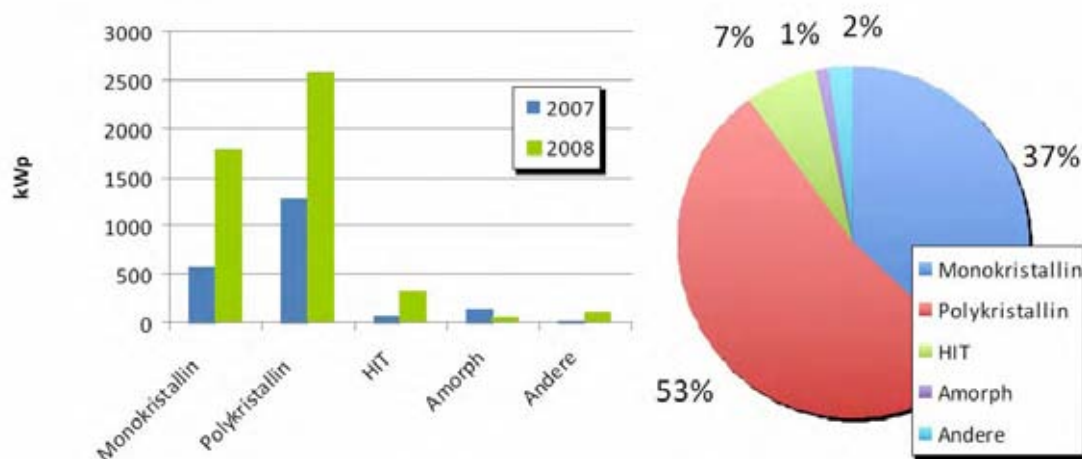


Abbildung 2.: Anteile der Solarzellentypen in Österreich im Jahr 2007 und 2008 (linkes Diagramm) und alleine für das Jahr 2008 (rechtes Diagramm); Datenquelle und Grafik: arsenal research.

## Die Situation der Photovoltaik in Österreich

Es gibt eine amtliche Erhebung zur Situation der Photovoltaik in Österreich. Diese kommt zum Ergebnis, dass der Anteil der installierten Anlagen im Jahre 2008 gegenüber dem Vorjahr um 121 Prozent gesteigert werden konnte. Die relative Zahl täuscht und klingt schöner als die absolute. Tatsächlich wurde der Inlandsmarkt Österreichs um 4 688 kWp Leistung bereichert. Damit wurde der Höchststand an installierter Leistung im Jahre 2003, dieser betrug 6 472 kWp deutlich verfehlt. Die kumulierte PV-Leistung in Österreich beträgt mit Ende des Jahres 2008 32 387 kWp.

Dies entspricht einer Stromproduktion von 29 GWh el. Daraus wiederum resultiert eine Einsparung an CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Höhe von ca. 29 200 Tonnen CO<sub>2</sub>.

Erfolgreich ist die Photovoltaik-Industrie in erster Linie auf dem internationalen Markt. Bei PV-Modulen beträgt die Exportquote 94 Prozent. In den stark wachsenden Produktionsbereichen der Wechselrichter und Nachführsysteme bewegen sich die Exportquoten in der Nähe von 100 Prozent. Der Export ist es auch, der den relativ hohen Anteil an Arbeitsplätzen in der PV-Branche lukriert. Die Studie des BMVIT zählt 1 762 Arbeitsplätze in der PV-Industrie.

Der aktuelle Stand der Investitionspolitik Österreichs in den Zukunftsmarkt der PV sieht eine Trennung zwischen Anlagen unter 5 kWp und Anlagen darüber vor. Die Errichtung kleinerer Anlagen soll über eine Investitionsförderung, die aus einem jährlich zu vergebenden Klimafond stammen, in Schwung gebracht werden. Anlagen über 5 kWp werden vom so genannten Ökostromgesetz erfasst, das eine Tarifregelung vorsieht. In dieser Regelung ist allerdings die Ausbaupkapazität mit einem Anteil von 2,1 Millionen Euro gedeckelt. Das Gesetz wurde vom Parlament im Juli 2008 beschlossen, ist aber bis dato auf Grund der noch nicht erfolgten Zustimmung aus Brüssel nicht wirksam.

Bewegung dürfte in den Ausbau von Kleinanlagen kommen. Nach Ankündigung des Umweltministers werden im Jahre 2009 19 Millionen Euro zum Ausbau von Kleinanlagen aus dem Klima- und Energiefonds zur Verfügung stehen.

Da die Errichtungskosten als degressiv zu bewerten sind, darf – vorausgesetzt es gelingt ein effektives Abwicklungssystem zu installieren – vorsichtig geschätzt werden, dass der Zuwachs im Megawattbereich an installierter Leistung heuer zweistellig ausfallen wird. Dazu tragen auch die Initiativen einzelner Bundesländer bei, die entweder das noch gültige alte Ökostromgesetz, das eine Co-Finanzierung durch die Bundesländer vorsieht, genutzt haben oder im Bereich der Wohnbauförderung die Errichtung von PV-Anlagen ermöglichen.

Es herrscht ein relativ breiter Konsens in der Frage, dass das Ökostromgesetz entweder bereits vor oder spätestens nach Inkrafttreten novelliert werden muss. Wie es danach aussehen wird, ist derzeit nicht abschätzbar.

Die internationalen Prognosen für den zukünftigen Anteil der Strombereitstellung durch Photovoltaik in der EU sind auf Grund der phantastischen Ergebnisse der letzten Jahre dramatisch erhöht worden. Die EPIA geht davon aus, dass bis zum Jahre 2020 ein Anteil von 12 Prozent am europäischen Strommarkt möglich ist.

Unabhängig vom aktuellen Stand der Rahmenbedingungen für Photovoltaik in Österreich geht der Bundesverband Photovoltaic davon aus, dass Österreich einen Mindestanteil von 8 Prozent des österreichischen Strombedarfs beisteuern könnte.

## **STATUS OF PHOTOVOLTAICS (2008) IN THE EUROPEAN UNION NEW MEMBER STATES**

Stanislaw M. Pietruszko  
Warsaw University of Technology  
Centre for Photovoltaics  
Koszykowa 75, 00-662 Warsaw  
E-mail: pietruszko@pv.pl

The Status of Photovoltaics (2008) in European Union New Member States (NMS), published for the sixth time, provides an overview of the achievements in the PV field of 12 countries that joined the EU in and after 2004 (Bulgaria, Cyprus, Czech Republic, Estonia, Hungary, Latvia, Lithuania, Malta, Poland, Romania, Slovakia, and Slovenia).

Until 2006, in NMS prevailed small off-grid PV installations. Big-scale on-grid installations took over recently. The most spectacular in this matter was the great "leap" in Czech Republic in 2008. The total installed capacity of PV power in NMS was constantly growing since 2003. At the end of 2008 it totalled some 63 MWp. Whereof on-grid installations constitute 96%. Market leaders such as Czech Republic, Slovenia, Cyprus and this year Bulgaria owe their growth to effective PV support mechanism, especially adequate Feed-in Tariff systems.

The Czech Republic PV market rouse to more than 54,6 MWp in 2008, placing the Czech PV sector once more far ahead of the other countries. Czech PV sector takes the toll of responsible economic and fiscal policies. The staggering jump in cumulative installed on-grid capacity is a result of numerous large PV installations set up in 2008, further projects are under development. The other country with enormous growth is Bulgaria with the total installed PV capacity of 1375 kWp. Investors have discovered the opportunities, the market is growing rapidly. With 25-year guaranteed generous feed-in tariffs without degression and good insolation conditions Bulgaria is an important new market which has an enormous growth potential and a high attractiveness for investors.

Constant upswing in PV market allowed Cyprus to reach 2.19 MWp of the installed PV capacity in 2008. For the time being, in Cyprus there are 321 grid-connected systems with total power 1.6 MWp and 130 stand-alone systems with total power around 600 kWp. According to measurements of PV systems installed in many areas on Cyprus, 1 kW produces approx. 1500 kWh/year. Even though Cyprus has excellent solar irradiation, PV technology is not used on a large scale.. In 2009 and 2010 the Energy Service of Cyprus is going to install 1 MWp of PV power on public premises (schools, army bases, government buildings). The budget for this project reaches 5 mio EUR with considerable contribution from the Structural and Cohesion Funds.

Slovenian PV market grew by more than 1 MWp in 2008 due to satisfactory support mechanism and advantageous natural conditions in the Slovenia. Trough the activities of the Slovenian PV platform and different promotional activities trough the media the interest for PV is constantly increasing. There were 57 new grid-connected PV plants put in operation in 2008, mainly installed on the roofs. The market is increasing every year by number of plants, investors and number of installers. The PV plants are becoming bigger, there are more than 10 plants over 60 kW. In 2008 the biggest PV plant was 100 kW and in early 2009 the biggest capacity reached 200 kW.

Romania and Slovakia with new incentive mechanism may get the push for renewable and solar PV and could make the one of the major PV markets within NMS. In case of Romania, it will be interesting to see how multiply green certificates works. Many NMS still wait for major enforcement of support mechanism. Tax incentives and beneficial credit terms exist in the vast majority of new member states. However the real engine of significant PV market growth is the effective feed-in tariffs. Vast majority of NMS benefits already from FIT. Nevertheless only high levels of guaranteed payment for feeding electric energy into the grid can attract investors.

The present situation of the regulatory framework for PV in NMS is heterogeneous. Not only situation varies by the countries, but there is a dose of uncertainty as changes of government policy are quite frequent in NMS. Decisions made on an EU level harmonise its member states' policies to some extent. European Heads of State or Government agreed in March 2007 on binding targets to increase the share of RES by 2020 to 20% of the EU's final energy consumption. Since then all of the member



states are bound to fulfil individual requirements and adapt to new standards. Most of NMS implement national strategy plans that set out the objectives and policies to enable renewable energy sources to take a key position in energy sector. Those regulations come as a result of international obligations of Kyoto protocol and European directives.

Access, transmission and distribution of energy coming from RES is guaranteed by law in all of the NMS. Not all of them give priority to energy coming from solar systems, but the principle of non-discrimination protects the PV producers. In many NMS adjustment of the utility and its modernization may only be made on PV systems operator initiative and at his expense.

PV RTD in NMS is successful despite rather unfavorable conditions it exists in. Theory and practice have a relatively long tradition, resulting in some significant achievements, such as in the fields of thin-film chalcogenides (Estonia, Bulgaria and Poland), tandem and heterojunction cells based on the amorphous silicon/crystalline silicon system (the Czech Republic) or advanced and low-cost multicrystalline silicon technology (Hungary, Bulgaria). The success of PV RTD is due to researchers approach to PV technology and their professional skills. Without the vast potential of the researchers in the field of fundamental studies, material sciences and the solid state electronics the success of RTD and the further PV development in CEES would not be possible.

New member states of the EU are still at an initial stage of PV market development, for which dramatic leaps in the installed power capacity is observed. Unfortunately, still long way ahead of NMS before they will be able to enjoy the grid parity in NMS since the cost of electricity is lower than in the EU-15.

Photovoltaics is one of the key energy technologies of our low-carbon economy. It helps to combat climate change and improve the security of energy supply. In order to render PV a real alternative to other energy sources it is vital to combine a continuous policy support with industry – research cooperation. Unfortunately the awareness of PV power advantages is still insufficient among NMS' decision makers. Another obstacle is the state of the majority of transmission grids that still need to be modernised. To boost PV NMS market it is also vital to enhance cooperation between European energy regulators and between grid operators.

Rising concern about the relationship between energy and environment is at the heart of European Union policy making. EU regulations influence NMS legislations, but there is still long way ahead of them. Without proper legal framework, no further PV development can be made, but it is crucial that PV communities in each NMS monitor and evaluate the adopted measures. The stress shall be put on transparency, reliability and cohesion of law influencing PV sector in those countries.

#### Cumulative installed PV power in NMS (2003-2008).

Country	2003	2004	2005	2006			2007			2008		
	Total	Total	Total	Off-grid	On-grid	Total	Off-grid	On-grid	Total	Off-grid	On-grid	Total
	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]
<b>Czech Rep.</b>	330	363	470	194	546	740	209	5252	5361	380	54 294	54 674
<b>Cyprus</b>	254	340	518	450	578	1028	560	843	1403	600	1586	2186
<b>Slovenia</b>	51	96	200	95	310	405	100	925	1025	100	2 046	2 146
<b>Bulgaria</b>	20	33	43	13	53	66	20	55	75	32	1 375	1407
<b>Poland</b>	107	234	291	337	101	438	488	152	640	832	179	1011
<b>Hungary</b>	100	138	155	100	150	250	130	220	350	180	270	450
<b>Romania</b>	50	86	101	95	95	190	175	125	300	205	245	450
<b>Malta</b>	4	9	15	0	48	48	0	97	97	0	238	238
<b>Lithuania</b>	17	17	19	40	0	40	55	0	55	55	0	55
<b>Slovakia</b>	10	15	20	20	0	20	20	26	46	20	46	66
<b>Estonia</b>	2	2	2	5	0	5	12	0	12	12	0	12
<b>Latvia</b>	3	3	3	3	0	3	4	0	4	4	0	4
<b>TOTAL</b>	<b>948</b>	<b>1336</b>	<b>1837</b>	<b>1352</b>	<b>1881</b>	<b>3233</b>	<b>1773</b>	<b>7695</b>	<b>9368</b>	<b>2 420</b>	<b>60279</b>	<b>62 699</b>

# Current Situation in PV Sector in Bulgaria

Nina Bencheva, Ioana Ruseva, Daniela Yordanova

University of Rouse, Bulgaria

## SOLAR POTENTIAL

Bulgaria is located in the, so-called, solar belt of the planet, where the usage of solar energy is the most prospective. Almost the whole country's territory is suitable for direct transformation of solar energy into heat or electric one.

Depending on the duration and intensity of the solar radiation received on horizontal surface, the country's territory could be divided into three zones (Table1, Fig.1).

Table1

Zone	Area %	Population %	Sunlight duration (1.4 – 31.10), h	Sunlight duration (1.11-31.3), h	Total solar radiation, kWh/m <sup>2</sup> /year
III	10%	10%	>1750	>500	1500
II	40%	30%	<1640	<400	1450 - 1500
I	50%	60%	<1750	500-600	1450

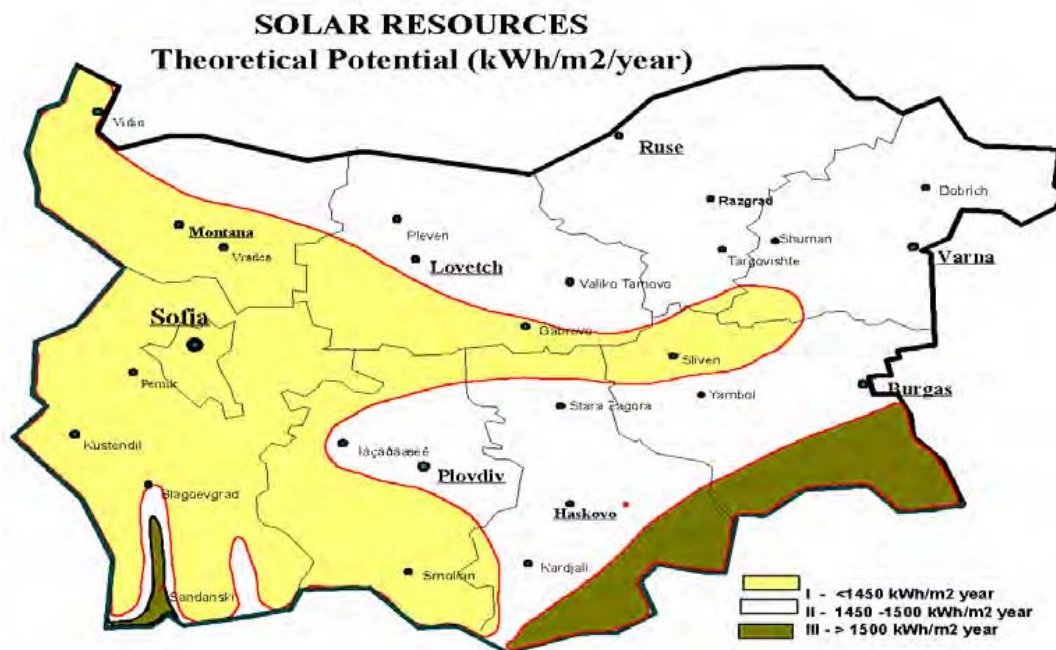


Fig. 1. Zones of the solar radiation in Bulgaria [++]

The total theoretical amount of the solar energy falling on the Bulgarian surface is around 13000 ktoe. The accessible yearly potential is assessed at 390 ktoe or 16.3 PJ.

The solar technology for hot water is really applicable in Bulgaria. A substantial growth of the interest in this technology is expected.

**Average yearly production.** The electricity production of a photovoltaic installation depends on the horizontal solar irradiation. According to a study conducted by the Bulgarian Academy of Science, the horizontal solar irradiation in Bulgaria is in the range of 1400 – 1600 kWh/m<sup>2</sup>. Results from conducted experiments show that the yearly production of 1 kWp installed using Crystalline Silicon technology accumulates to 1342 kWh at optimal module inclination of 32°.

Upon determination of the photovoltaic energy price average annual **operation expenses** are accepted, analogical to these used upon determination of the feed-in tariff for electricity

produced by wind generators (1,2 € cents/kWh), increased due to the higher value of the investment costs, which is expected to entail higher insurance costs as well. Therefore, the acceptable operation costs for production of electrical power from photovoltaic generators should be as follows:

- \* for installed power of up to 5 kW amounting to 1,5 € cents/kWh;
- \* for installed power higher than 5 kW amounting to 1,3 € cents/kWh.

The average sum of operation costs (without amortization costs) is approx. 9 % of the total amount of the annual costs for production of electrical power from photovoltaic modules.

The value of the average annual amortization costs is calculated with linear method depending on the useful life of the assets. The optimal lifespan for operation of photovoltaic modules is accepted as 25 years.

Therefore, the admissible operation costs for the year 2008 should be indexed by the forecasted average inflation of 3,9%, and for the next years – with 1,5 % - the forecasted inflation for the Euro zone.

The proposed target structure of the capital for production of electrical energy from photovoltaic generators is 80 % attracted capital (bank credit) and 20 % equity. This capital structure is realistic as it should be taken into account that the production of photovoltaic energy is characterized by an exceptionally high degree of capital utilization.

The cost of attracted capital (bank credit) is market oriented and corresponds to the interest rates for projects of similar risks.

SEWRC used the following input values for the calculation of the feed-in tariff:

- \* Investment expenses: 4 600 - 5 000 €/kWp
- \* Operation and Maintenance (average yearly expenses): 1.3 – 1.5 €/kWh, where the inflation coefficient for 2008 is fixed to 3.9%, and for the rest of the exploitation period to 1.5%
- \* Lifespan of assets: 25 years
- \* Weighted average cost of capital: 7.5%

Given the above-mentioned parameters, the fact that a feed-in tariff will not directly alter the consumer electricity end prices for there is currently minimal production of electricity from photovoltaic installations, and according to Art. 33, paragraph 2 from the Energy Act stating that the feed-in tariff constitutes of 70% of the average price of electricity for consumers and end-users of the previous year, in this case 2005, plus a supplement subsidy fixed and specified by SEWRC according to the natural source and technology of electricity production, SEWRC has set the price of electricity produced from photovoltaic installations, as follows:

\* for photovoltaic installations with total installed capacity up to 5kW: feed-in tariff represents the sum of 70% of the average price of electricity for consumers and endusers of the year 2005, which amounts to 34,5 €/MWh, plus a supplement subsidy of 365,32 €/MWh.

\* For photovoltaic installations with total installed capacity above 5kW: feed-in tariff represents the sum of 70% of the average price of electricity for consumers and endusers of the year 2005, which amounts to 34,5 €/MWh, plus a supplement subsidy of 332,6 €/MWh.

## **NATIONAL POLICY ON THE DEVELOPMENT OF RENEWABLE SOURCES OF ENERGY**

The main act determining the national policy on the development of renewable energy sources is the RENEWABLE AND ALTERNATIVE ENERGY SOURCES AND BIOFUELS ACT [1]. This act regulates the public relations aiming to promote the production and use of electrical, heating and/or cooling power generated from renewable and alternative energy sources, including Photovoltaic (PV) systems.

With a view to promoting electricity produced from RES, the Law requires that priority access to the transmission/distribution grid system be given to producers of electricity produced from RES. There is an obligation to purchase, at preferential prices, electricity produced from RES in respect of which a certificate of origin has been issued, except in the case of hydropower plants of more than 10 MW installed capacity. These prices are set by the State Energy and Water Regulatory Commission (SEWRC) for each category of RES, for generating capacity put into operation by 31 December 2010.

In accordance with the Transitional and Final Provisions of the Law, the Minister for the

Economy and Energy is required to develop a market mechanism for the promotion of electrical and thermal energy produced from RES and to submit it for approval to the Council of Ministers not later than 31 December 2011.

- *Preferential prices of electricity generated from PV Renewable Energy Sources*

Each year no later than 31 March, the State Energy and Water Regulatory Committee shall determine the preferential prices for sale of electricity generated from renewable or alternative energy sources, except for electricity generated by hydroelectric power plants with installed capacity exceeding 10 MW.

The preferential price of electricity generated from renewable energy sources under para. 1 shall be determined at 80 percent of the average sale price for public utilities or end suppliers for the preceding calendar year plus an addition determined by the SEWRC depending to the type of primary energy source as indicated by the relevant ordinance stipulated by Art. 36, para. 3 of the Energy Act.

The addition referred to in para. 2 for the next calendar year may not be less than 95 percent of the addition for the current year.

The prices of energy produced by photovoltaic plants:

- 782 BGN/MWh (399.83 EUR/MWh) with power less than 5KWp;
- 718 BGN/MWh (367.11 EUR/MWh) with power more than 5KWp. (The prices do not include VAT.)

- *mandatory purchase of energy produced by PV systems*

According to Renewable and Alternative Energy Sources and Biofuels Act Prom. SG. 49/19.06.2007, amended SG. 98/14.11.2008, into force since 14.11.2008 the mandatory purchase of energy produced by PV systems shall be effected through sale and purchase contracts. The term of validity of these contracts shall be 25 years – for the electricity generated from geothermal and solar energy and respectively 15 years – for the electricity generated from hydroelectric power plants with installed capacity less than 10 MW, as well as for the electricity generated from other renewable sources. The terms for the mandatory purchase shall start:

- After the renegotiations, but not later than 31 March 2009 – for all existing producers of electricity generated from renewable energy sources except for hydroelectric power plants with installed capacity which exceeds 10 MW.

- As from start of generation of the electricity, but not later than 31 December 2015 – for all new producers of electricity generated from renewable energy sources except for hydroelectric power plants with installed capacity which exceeds 10 MW.

- Not later than 31 December 2011, the Minister of Economy and Energy shall prepare and submit for approval by the Council of Ministers a bill on the market mechanisms for encouraging production of electricity and heating power from renewable energy sources, which may not necessarily be applicable to producers of energy from renewable energy sources.

In accordance with the obligations laid down in Directive 2001/77/EC and Directive 2006/108/EC, the **Long-term national programme for the promotion of the use of RES 2005-2015** (LTNPPURES, adopted by a decision of the Council of Ministers of 19.10.2006) sets an indicative target of an 11% share of electricity produced from RES in gross national consumption by 2010 [55]. The programme is fully aligned with the overall concept of RES development in Bulgaria, the indicative targets for electricity produced from RES and the means to achieve these targets. Formulating measures and policies to promote the use of RES within the energy balance of the country, the Programme further evaluates:

- \* the current state of RES utilization in Bulgaria;
- \* the need to accelerate the penetration of RES in the next ten-year period;
- \* the combined impact of improvements in energy efficiency and increased use of RES in Bulgaria with a view to achieving sustainable development in the energy sector.

Bulgarian institutions responsible for the measures and the activities for energy efficiency raising are: The Ministry of Economy and Energy; The State Energy and Water Regulatory Commission; The Energy Efficiency Agency; The Ministry of Environment and Waters and The Ministry of Agriculture and Forestry.

## INVESTMENT PROCESS STAGES IN BULGARIA

The investment process in the field of PV systems consists of the following main stages [++]:

- Investment design;
- Permits and licenses;
- Building and installing;
- Building termination. Permission for exploitation.

### 1. Investment design includes:

• *Investment project:* The investor determines and assigns the design phases and project parts for each individual phase depending on the type and specificity of site. When assigning the project parts should be kept the requirements for obligatory minimal scope under art. 144, para 1, item 3 of SPA – art. 4 of Regulation № 4 of 21 May 2001 for the scope and content of investment projects (issued by the Minister of regional development and reconstruction, promulgated, State Gazette 51 of 5.06.2001, enforced 05.06.2001).

• *Collection of the output data, documents and preparation of project terms of reference.*

#### **Allotment of site for the construction of installation:**

– Clarifying the platform ownership, intended for the site under the reinvestment research. Foreign citizens and foreign legal persons can not have ownership right on land of the country. Foreign citizens and foreign legal persons may gain rights on ownership of buildings or limited real rights on real estate in the country. Foreign states and foreign legal persons can not have ownership right on agricultural lands. Foreign legal persons and foreign citizens may receive the right to use agricultural land or others limited ownership rights on land.

– Acquisition of property right or land usage for construction of installation. The investor of the proposal submits to the competent body for making a decision report for **Environmental Impact Assessment (EIA)**. The costs for EIA are at the expenses of the investor of the proposal. The investor of the proposal provides the needed information for accomplishment of EIA, as well as any other additional information connected with the investment proposal.

– Design visa: Assigner or his authorized person may ask for a project visa. The visa is issued by the chief municipal architect within 14-day term after the entrance of the application.

• *Design terms of reference:* Design terms of reference shall include: 1 - main technical, economic, technologic, functional and planning composition parameters to the site. 2 - main functional and composition parameters of site. The output data and documents should be applied to the design terms of reference (design contract).

- *Design comprises:* project idea, technical project, working project.

### 2. Permits and licenses

• *Written request for the study of conditions and way of connecting to the electrical grid:* To connect a new photovoltaic installation to the electric grid it is necessary the person, constructing the plant, to submit a written request for the study of conditions and the way of connecting. The study for connection is done after the issue of visa for design, in cases when the issue is obligatory. For plants with installed power equal or less than 5 MW, the written application is submitted to the distribution company located near the place of the plant, while for plants with installed power more than 5 MW – to the regional sub-unit of the transmission unit located near the place of the plant. The study is financed under a pricelist of the services of the related transmission or distribution company.

• *The transmission and related distribution company prepares and proposes preliminary agreement for connection* to the electric plant of the person, who has applied a request for connection conditions study, within the term of up to 30 days for the distribution and up to 90 days for the transmission company, considered since the date of the submitted request for conditions study. The preliminary agreement for connecting is signed before the elaboration of the investment project.

• *The permission for construction* is issued by the chief expert of the municipality, while for the cities with regional divisions – after a decision of the municipal council – from the chief architect of the region. The permission for construction is issued to the assigner on the basis of technical or working investment project approved. The construction permission is

issued in 7-days duration since the submission of the written application when there is an investment project approved.

- *Agreement for connection to the electrical grid:* submitting to the transmission or the relative distribution company a written request for signing an agreement for connection. The transmission or proper distribution company agrees the delivered parts of the working projects, prepares the agreement and sends a written invitation to the assigner for its conclusion in the duration of 60 days since the date of the application submission for conclusion an agreement for connection. The transmission or the respective distribution company, after the connection agreement conclusion, elaborates and coordinates the building connection equipment working plans at own expenses. Any consumer pays to the transmission or the respective distribution company a connection price for the power plant connection to the electrical grid.

- *Commission Licenses:* For generation of electric and/or heat energy by photovoltaic installations with total installed electrical capacity over 5 MW. The license issuing procedure is open by written statement to the Commission. Licenses are issued for a term not exceeding 35 years (the energy facility construction period not included).

### 3. Building and installing

- *Contracts between construction process participants.*
- *Building site opening and building line and level determining.*
- *Construction designing and building Insurance.*

### 4. Building termination. Permission for exploitation.

- *Working plans.*
- *Installations suitability establishment.*
- *Connection to the electrical grid:* The equipment connection to the electrical grid is implemented by stages, according to Ordinance 6 of 9.06.2004.

- *Bringing into operation:* Within 7-day period from the demand application, the Administration issued the building permit, registers the construction bringing into operation and delivers the respective certificate after reviewing the sufficiently supplied construction documentation.

## LOCAL COMPETITORS

Most of the PV companies on the Bulgarian market offer design, delivery and mounting of photovoltaic systems. Some of the local competitors are: Elprom Energy, IVATERM, NES – New Energy Systems, STS Solar, SOLAR BG, ESD Bulgaria, SIM INVEST, ERATO etc.

Some of the implemented PV projects are:

- PV pilot project No.1 - village of Topolitsa, Aitos municipality (Installed capacity: 4,8 kWp);



- PV pilot project No.2 - village of Topolitsa, Aitos municipality (Installed capacity: 400 kWp);

- Company owned PV project - village of Topolitsa, Aitos municipality (Planned nominal capacity: 4000 kWp);

- Photovoltaic project - village of Ivanovo, Rouse region (26 kWp).



## FINANCIAL SUPPORT MECHANISMS

The Bulgarian government and European Commission propose various financial mechanisms for supporting the implementation of renewable energy sources and improving the energy efficiency.

- *Operational Programme “Development of the Competitiveness of the Bulgarian Economy” (OP Competitiveness)* [47]. This is the main programme document of the implementation of the policy of economic and social cohesion and the improvement of competitiveness of the Bulgarian economy. OP Competitiveness is based on five thematic priority axes for the 2007-2013 programming period. Priority Axis 2 “Increasing efficiency of enterprises and promoting a supportive business environment” is focused on the support of micro-, small and medium-sized enterprises with a development potential, where the modernisation of technologies and quality management will be assisted, as well as the improvement of the consultancy and information services offered to business, improving energy efficiency of enterprises and encouraging business co-operation and networking.

Under the Priority Axis 2 Group of Actions 3 is: Introduction of energy-saving technologies and renewable energy sources. The indicative actions envisaged under this area are introducing energy-saving technologies in enterprises and introduction of renewable energy resources satisfying the needs of the enterprise. The budget of the Priority Axis 2 is 60% of the total OP budget.

- *Operational Programme “Regional Development” 2007-2013* [\*\*\*] is based on five thematic priority axes for the programming period. Priority Axis 2 “Regional and Local Accessibility”, Operation 2.3. is “Access to sustainable and efficient energy resources”. The specific objective is: To provide certain areas with access to sustainable and efficient energy resources promoting energy efficiency in service of better investment attractiveness, regional competitiveness and better quality of life.

- *National Strategy Plan for Rural Development (RDP) of Bulgaria for the period 2007-2013*. The objectives of this are addressed by specific measures of the four axes of the RDP [48]. Measures 121, 123, 311, 312 and 321 support also the utilisation of renewable natural resources and the improvement of the effectiveness of used resources, leading to a reduction in fossil fuel consumption. For projects approved after 01.01.2010 (Measure 121) the total amount of grant aid shall represent: 60% of the total eligible expenditure for young farmers in less-favoured areas; 50% of the total eligible expenditure for young farmers in other areas; 50% of the total eligible expenditure for other agricultural producers in less-favoured areas and 40% of the total eligible expenditure for other agricultural producers in other areas. Aid Intensity under Measure 123 is 50% of the total eligible investment expenditure for micro, small and medium enterprises and 25% of the total eligible investment expenditure for enterprises, which are not micro, small and medium but that have less than 750 employees or their annual turnover is less than EUR 200 million. Measure 311 concerns production and sale of renewable energy. The capacity of the installations under this measure should not exceed 1 MW. The aid intensity is 70% of the total eligible expenditure, subject to the limits and conditions imposed by the de minimis rules (Commission Regulation (EC) No 1998/2006).

Support under Measure 312 will be given to investments and related external marketing and management services to develop business activity in non-agricultural sectors such as renewable energy production. The capacity of the installations under this measure should not

exceed 1 MW. The aid intensity is 70% of the total eligible expenditure, subject to the limits and conditions imposed by the *de minimis* rules. Measure 321 will support investments in infrastructure and equipment aiming at development of services for the rural economy and businesses. The aid intensity is 100% of the total eligible expenditure for projects from municipalities.

- *Bulgarian Energy Efficiency Fund (BEEF) [3]* was established through the Energy Efficiency Act adopted by the Bulgarian Parliament in February 2004. BEEF has the combined capacity of a lending institution, a credit guarantee facility and a consulting company. The underlying principle of BEEF's operations is a public-private partnership. The Fund pursues an agenda fully supported by the Government of Bulgaria, but it is structured as an independent legal entity, separate from any governmental, municipal and private agency or institution. The BEEF provides three main categories of financial products: loans, Partial Credit Guarantees, Portfolio Guarantees and Co-financing.

- *Bulgarian Energy Efficiency and Renewable Energy Credit Line (BEERECL) [4]* has been developed by the European Bank for Reconstruction and Development (EBRD) in 2004 in close co-operation with the Bulgarian Government and the European Union. The facility extends loans to participating banks for on-lending to private sector companies for industrial energy efficiency and small renewable projects. The Bulgarian banks participating in the BEERECL include: Bulgarian Postbank, DSK Bank, Raiffeisen Bank, UniCredit Bulbank, Unionbank, United Bulgarian Bank, Piraeus Bank.

- *Residential Energy Efficiency Credit Line (REECL) [7]* provides loans for financing of energy saving measures in households.

## EDUCATION

The universities teaching engineers in the field of Electrical Power including PV systems are: Technical University – Sofia; Ruse University; Technical University – Varna; Technical University – Gabrovo; University of Mining and Geology – Sofia; Higher School of Transport – Sofia. In every town, center of region, (In Bulgaria they are around 30) there is professional secondary school training up crafts-men.

## CONCLUSIONS

The main renewable energy source used to generate electricity in the country is hydropower. Over recent years, building plants utilizing the potential of wind and solar energy to generate electricity has commenced. The table presents data on installed capacities for the production of electricity from RES.

RES type	Unit of measurement	2005	2006	2007
<b>Hydropower plants</b>	MW	2 743.40	2 747.40	2 740.30
<b>Small hydropower plants</b>	MW	164.30	175.70	197.70
<b>Wind power plants</b>	MW	7.50	25.50	40.70
<b>Photovoltaic power plants</b>	MW	0.00	0.00	0.03
<b>Total</b>	<b>MW</b>	<b>2 915.20</b>	<b>2 948.60</b>	<b>2 978.73</b>

\*Ministry of the Economy and Energy

The preferential price for electricity produced from photovoltaic energy set at the end of 2006 caused investor interest in building photovoltaic power plants to rise quickly, and the first photovoltaic power plant (PhPP) has already become a reality. Applications have been received from investors for 197 MW of PhPP installed capacity to be connected to the national electricity grid system.

## WHY BULGARIA [Invest Bulgaria Agency]

EU membership and NATO membership;

Macroeconomic and financial stability;



Favorable taxes: 10% corporate income tax, 0% in high-unemployment areas, 10% flat tax on personal income;

Well-educated and highly-skilled labour force

Equal treatment of foreign and domestic investors

Government support for priority investment projects

Linking Europe and Asia

## **REFERENCES**

[1] Documents of the Ministry of Economy and Energy, <http://www.mi.government.bg>

[3] Documents of Bulgarian Energy Efficiency Fund, <http://www.bgeef.com/display.aspx>

[4] Documents of Bulgarian Energy Efficiency and Renewable Energy Credit Line <http://www.beerecl.com/index.htm>

[7] Documents of Residential Energy Efficiency Credit Line, <http://www.reecl.org/indexen.php>

[++] Energy Efficiency Agency, Investment Process for Utilization of Solar Power, <http://www.mee.government.bg/energy>.

[47] Ministry of Economy and Energy, Operational Programme „Development of the Competitiveness of the Bulgarian Economy” 2007-2013.

[\*\*\*] Ministry of Regional Development and Public Works, Operational Programme “Regional Development” 2007-2013, <http://www.mrrb.government.bg>

[48] Ministry of the Economy and Energy, National Strategy Plan for Rural Development of Bulgaria for the period 2007-2013

[55] Ministry of the Economy and Energy, Long-term national programme for the promotion of the use of RES 2005-2015, adopted by the Council of Ministers, 19.10.2006.

# PV France 2009 :

## An economic sector under development based on BIPV promotion

Philippe Jacquin  
PHK Consultants, Ecully, Frankreich

### Overview

The activity of photovoltaics (PV) increased steadily in France in 2008. According to the professional association SER (Syndicat des Energies Renouvelables) about 105 MW were installed during the year 2008, i.e. a tripling of the volume of installations relative to the previous year. The cumulative installed photovoltaic power installed in France is about 180 MW.

MW

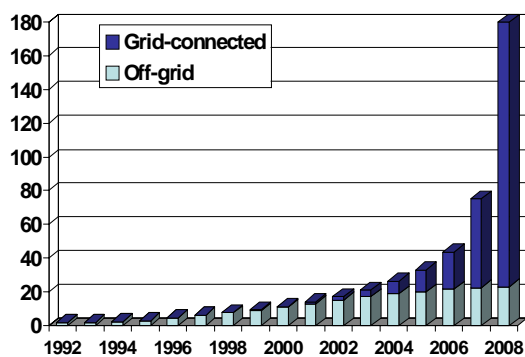


Figure 1: cumulative installed PV power in France

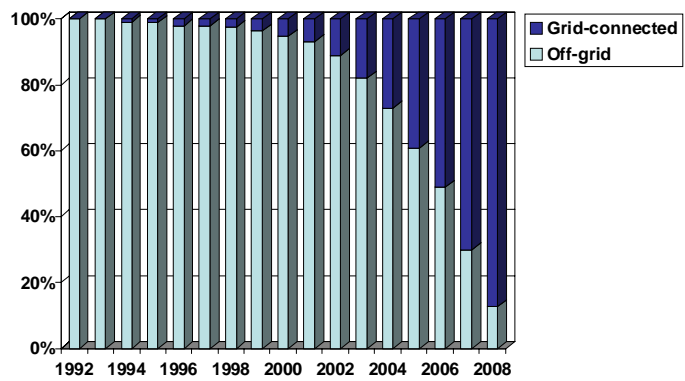


Figure 2: percentages of grid-connected and off-grid PV power in France

Historically based on off-grid systems, the market is now widely grid-connection oriented divided into four types of applications that leads to specialization of actors: the individual systems for homes (less than 3 kW), roofing systems of collective buildings (in the range from 10 kW to 100 kW), roofing systems for industrial and tertiary large roofs (for installed power in excess of 250 kW) and PV power plants on the ground, above the MW.

The feed-in tariff policy introduced in 2006 was a strong incentive, reinforced by the tax credit (50 % of photovoltaic modules and other equipments costs) to stimulate private individual investments. The french government decided through this "boosting" policy to put a special focus on building-integrated photovoltaics (BIPV) and thus to include photovoltaics as an element of buildings.

The major event for the future of renewable energy and photovoltaic industry in France is the "Grenelle of the environment." This government initiative launched in late 2007 allowed, following public hearings, to prepare a bill. The committees comprising representatives of government and industry and public renewable energy stake-holders proposed progress. Proposals of particular importance for photovoltaics were selected by the government:

- objective of photovoltaic power installed capacity of 1 100 MW in 2012 to 5 400 MW in 2020;
- confirmation until 2012 of the current feed-in tariffs and the creation of an additional one targeting installations on large buildings such as commercial and industrial sheds. This tariff is set at 0,45 EUR per kWh;
- a call for tenders for the construction by 2011 of at least one solar photovoltaic power plant in each French region, for a total power of 300 MW.

Manufacturing industry is developing in France with the implementation of a sector which includes photovoltaic actors at each stage of the chain of silicon: purification of feedstock silicon, ingots

production, cells and modules manufacturing, distribution of products and systems, installation and operation of electric power generation systems.

## Photovoltaic Programme

### Research and development

The Agency for the Environment and Energy Management (ADEME) is the institution that has historically supported France in the development and promotion of photovoltaics. Since 2005, new initiatives, from national and regional authorities, have complemented the work of the ADEME. The creation of the French National Research Agency (ANR) and the agency OSEO (financial support to innovative SME) allowed leveraging the R&D.

ANR launched in 2008 a new research programme of 3 years. This agency chose to combine in a programme called HABISOL work on the building and PV to mark the importance of the integration of photovoltaics in the building. Regarding the call for projects three major research areas are:

- method of energy management in the homes;
- energy efficiency and development of renewable energy use in buildings;
- development of photovoltaics for widespread use in buildings.

Ten new R&D projects have been identified on these themes. They added to the thirty R&D projects being supported by the ANR and ADEME since 2005.

INES (National Institute for Solar Energy), which involves researchers from CEA, CNRS and the University of Savoie, forms an important research centre at Bourget-du-Lac in Savoie. Activities are focused on organic cells reliability, silicium manufacturing process improvement, PV modules and systems performance assessment and cost reduction, electrochemical storage, building PV integration.

### Implementation

As a result of the "Grenelle of environment", fifty operational measures taken by the government for renewable energy sources are under implementation.

For the photovoltaic industry, the government has confirmed the purchase price of electricity established for the building integrated photovoltaic systems and announced a new tariff of 0,45 EUR/kWh for installations on industrial and commercial buildings. Tariffs will be applicable till 2012 and might be revised afterwards.

**Tableau 1 : Feed-in tariffs for photovoltaic electricity in France (2009)**

Tariffs	Continental France	Overseas department and Corsica
	EUR/kWh	
Basic tariff	<b>0,32823</b>	<b>0,43764</b>
Bonus for BIPV	<b>0,27353</b>	<b>0,16412</b>
Building integrated PV systems	<b>0,60176</b>	
<i>Industrial/commercial buildings application (new tariff)</i>	<i>0,45000 (to be confirmed)</i>	

Source : EDF-Obligation d'achat

A supply contract is established for a period of 20 years between each producer and its local company (usually EDF). The financial act passed in December 2008 provides that the proceeds from the sale of electrical power from photovoltaic origin will now be exempt from income tax when the photovoltaic power systems do not exceed 3 kW.

### Industry Status

The industrial production of materials, cells and modules continue to develop in line with market developments.

The company Photowatt International located in Bourgoin-Jallieu, produces multicrystalline silicon ingots, wafers and cells mainly dedicated to the manufacture of its own modules. Its production

capacity is around 60 MW per year with targets of 100 MW. The activity of the company is also dedicated to the design and implementation of turnkey photovoltaic systems.

Emix Company produces multicrystalline silicon ingots from the electromagnetic cast technology in cold crucible (installed capacity of 360 tonnes).

Tenesol Technologies, a subsidiary of Tenesol, produces modules from cells supplied from the outside (annual capacity of about 55 MW). As part of its development strategy in France Tenesol opened six regional offices to sell to professionals and local communities.

Companies Invensil, Apollon Solar and Ferropem have set up a pilot production of solar photovoltaic grade silicon in the project PHOTOSIL conducted in collaboration with CEA and CNRS, in Le Bourget-du-Lac, near the facilities of the National Institute of Solar Energy.

The initial construction of the plant SILPRO for the production of solar photovoltaic grade silicon through the chemical route began in Saint-Auban in the Alpes-de-Haute-Provence department but is presently delayed.

Many industry players contribute to the development of equipment for the photovoltaic industry or the marketing of new products: Air Liquide, Saint-Gobain, ECM, Vesuvius, Semco, Imerys-Roofing, Lafarge Roofing, Sunland21, Kawneer Europe, Arcelor, etc.

### **Market development**

The market for individual systems for homes increased significantly in 2008 because of tariff and tax incentives. The year 2008 also saw the implementation of the first ground based PV power plant in Continental France.

The establishment in year-end 2008 of a feed-in tariff for systems installed on industrial and commercial buildings (0,45 EUR per kWh) should take effect mainly in 2009.

An increasing number of regional councils are involved in financial support for the realization of photovoltaic installations and training of professional bodies. They also work as contractors for the realization of their own administrative buildings or teaching in their charge.

Supported by favourable electricity purchasing prices, photovoltaics continue to attract venture capitalists. On different market segments mentioned above, there are links between the industrial field and financial institutions, which embody the real development of a new business sector.

### **Quality policy**

A label called "Quali PV" ([www.qualit-enr.org/qualipv](http://www.qualit-enr.org/qualipv)) has been introduced. This label dedicated to photovoltaic grid connected systems is managed by the label « Qualit'EnR » (dedicated to renewable energy systems). After training sessions, labelled installation companies commit themselves to respect the 10 items of the Quali PV charter. More than 3 000 installers are labelled at the moment (May 2009).

The CSTB (the french approval body for the construction sector) issued for the first time a new type of Technical Assessment (ATEC) addressed to photovoltaic products. The ATEC evaluates the method and installation, the electrical safety, the suitability for use, the durability and the feasibility of the photovoltaic modules in the building.

### **Employment**

In addition to the historical actors already well established in the market (Photowatt, Tenesol, Apex BP Solar) new companies have developed, especially in the downstream part of the photovoltaic chain, installation and operation of photovoltaic systems. This ranges from the micro-enterprise of a person for large companies, such as EDF Energies Nouvelles active in the various segments.

The arrival of players who move with photovoltaics in the business of producing electricity is observed. Similarly, other operators, already heavily involved in wind energy diversified investments in photovoltaics. According to professional statistics, ~2000 direct jobs have been created in 2008 (+90% versus 2007).

## Conclusion and outlook

The progression of the french market was very strong in 2008. The electricity purchase tariff established in 2006 and the creation of the tax credit "sustainable development" were key elements. Such incentives have many positive effects on the growth dynamics of the market, including:

- the significant growth of applications for individuals;
- the diversification of the types of application (first ground based PV power plants);
- the structure of industrial and commercial supply;
- the development of technological innovations from R&D to new products;
- the creation of skilled jobs.

The French photovoltaic industrial sector is changing rapidly, with the involvement of major players of the French energy (EDF, Total, GDF-SUEZ, CEA, etc.). With the initiative of the "Grenelle of the environment", the French government supports the development of the sector, supported by specific regional initiatives. Businesses welcomed the approach taken and believe that the target for 2020 to reach 5 400 MW of installed capacity is achievable.

□□□

## Photovoltaik in Niederösterreich

Im Jahr 2003 einigten sich die Bundesländer und übertrugen die Förderkompetenz für Ökostromanlagen an den Bund. Bis zu diesem Zeitpunkt erließen die meisten Bundesländer eigene Einspeiseverordnungen. PV war zu diesem Zeitpunkt noch ein Randthema, das Interesse sehr gering. In NÖ war bis 2003 der verordnete Einspeisetarif identisch mit dem Bruttohaushaltstarif, faktisch war der rücklaufende Zähler umgesetzt.

Seit der ersten bundesweiten Ökostromverordnung und dem bekannten 15 MW Deckel vor sechs Jahren durchlebt die PV Branche viele Tiefen und nur wenige Höhen. Nach dem kurzen 15MW Hype drohte die Branche in sich zusammenzubrechen. Seitens des Landes NÖ wurde versucht mit Direktförderprogrammen das „kleine Pflänzchen Photovoltaik“ am Leben zu halten.

Die Förderprogramme fokussierten sich durchwegs auf Kleinanlagen und auf eine maximale Eigenbedarfsdeckung. Die Förderhöhen waren bewusst niedrig angesetzt, kostendeckende oder gar gewinnbringende PV Stromerzeugung war nie beabsichtigt und hätte auch nicht finanziert werden können. Zugleich wurde die PV Förderung als Maßnahme für verstärkte Stromeffizienz verwendet, Förderwerber dürfen am Aufstellort keine Elektroheizungen betreiben und auch das Warmwasser nicht elektrisch bereiten.

Trotz vieler Schwierigkeiten ist es gelungen ein stabiles Wachstum, wenn auch auf niedrigem Niveau, zustande zu bringen.

Die Beweggründe für die PV Unterstützung sind vielfältig. Einerseits ist es nicht opportun für ein Land sich von internationalen Entwicklungen völlig abzukoppeln, andererseits besteht ein enormer Druck aus der Bevölkerung nach mehr PV Förderung. Auch wirtschaftspolitische Gründe sprechen für den Ausbau der PV. Es ist überraschend wie viele österreichische Firmen sich auf den internationalen Märkten durchgesetzt haben, üblicherweise brauchen Betriebe florierende Heimmärkte bevor internationale Geschäfte begonnen werden. Solche gab es in Österreich kaum.

Jede, absolut jede Zukunftsprognose in der Energiewirtschaft sieht in wenigen Jahrzehnten große Klüfte zwischen Angebot und Nachfrage. Neben der Windkraft kann nur die Photovoltaik maßgebliche Strommengen in Zukunft erzeugen. Windkraft kann sehr schnell umgesetzt werden, braucht Flächen und Landschaften und ist daher auch begrenzt. PV hingegen braucht jahrelange, wahrscheinlich sogar jahrzehntelange, konsequente Unterstützung um maßgebliche Strommengen liefern zu können. Auch ist dzt. völlig unklar ist wie viel PV ein Stromnetz vertragen kann, wichtig ist aber eine klare politische Grundhaltung zu dieser Zukunftstechnologie.

Das wesentlichste Argument für die Photovoltaik ist das Fehlen von jeglichen Alternativen.

Die Ökostromdiskussion in Österreich ist verkorkst. Die Angst der Konsumenten vor überhöhten Preisen für Ökostrom ist in gewissen Bereichen verständlich. Eine Kopie der deutschen Einspeiseregulungen ohne jegliche Obergrenze ist dzt politisch nicht durchsetzbar. Angesichts der alarmierenden Situation auf den Energiemärkten, der lautstarken Aufforderung der Energieagenturen, bleibt aber kein Ausweg mit voller Kraftanstrengung in alle Erneuerbaren Zukunftsmärkte zu investieren.

Dem Gesetzgeber sei ein Blick in das nördliche Nachbarland empfohlen, ganz wesentlich für eine positive Entwicklung ist nicht nur die Höhe von Vergütungstarifen, ganz wesentlich ist Kontinuität und das Vertrauen in längerfristige Entwicklungen. Einmalige Förderaktionen mit 7 Minuten Dauer tragen nicht zum Aufbau von Vertrauen bei, keine Firma wird in die Ausbildung der Mitarbeiter investieren, keine Firma wird eigenes Personal einstellen.

Eine langfristige Weiterentwicklung der Photovoltaik braucht eine breite politische Zustimmung und ein strategisches Verständnis für langfristige Entwicklungen in der Energiewirtschaft.

Franz Angerer



## **KOCHEN SIE IHR EI MIT WIND.**

Als das führende österreichische Stromunternehmen setzt der Verbund vorwiegend auf die Nutzung nachhaltiger Energiequellen. Fast 90% unseres Stroms stammen aus heimischer Wasserkraft, und zur Sicherung der zukünftigen Energieversorgung setzen wir vermehrt auch auf Windenergie. Denn auch die ist sauber und schont bereits heute unser Klima.

**SAUBERER STROM. SAUBERER PREIS.**

0800 210 210

[www.verbund.at](http://www.verbund.at)





# SOLON HILBER Technologie GmbH

Hersteller von nachgeführten Solarstromkraftwerken



**Adresse:**  
SOLON HILBER Technologie GmbH  
Erlach 165 | 6150 Steinach am Brenner

**Tel.:** +43 5272 505 - 0  
**Fax:** +43 5272 505 - 99  
**Email:** [solon.at@solon.com](mailto:solon.at@solon.com)  
**Web:** [www.solon.com](http://www.solon.com)

Der Tiroler Photovoltaikspezialist SOLON HILBER Technologie zählt zu den TOP Industriebetrieben Österreichs. Der exzellente Ruf als Hersteller von nachgeführten Solarstromkraftwerken eilt dem Steinacher Unternehmen weltweit voraus. Firmengründer Franz Hilber setzte auf lange internationale Erfahrung im Stahlbau, Glasbau und der Photovoltaik sowie auf die bewährte Zusammenarbeit mit den SOLON-Gründern Alexander Voigt und Clemens Triebel.

Aufgrund des enormen Wachstums und der gemeinsamen weltweiten Positionierung fusionierte Ende 2005 die ehemalige Hilber Technic Cooperation mit der in Berlin ansässigen SOLON AG, heute SOLON SE. Das Unternehmen kann stolz von sich behaupten einer der weltweit größten Produzenten von industriell gefertigten, der Sonne nachgeführten Solarstromanlagen zu sein. Aufgrund der großen internationalen Nachfrage von anschlussfertigen Photovoltaiksystemen wurde im Jahr 2008 eine produzierte Gesamtleistung von mehr als 30 MW erreicht. Aufgrund der weltweit tobenden Wirtschaftskrise lässt sich das Jahr 2009 nur schwer prognostizieren. Die Geschäftsführung rund um Mag. (FH) Manfred J. Heidegger ist jedoch, nicht zuletzt aufgrund der äußerst positiven vergangenen Jahre, dennoch optimistisch was die Zukunft betrifft und rechnet spätestens Mitte des Jahres wieder mit vollen Auftragsbüchern.

## Produkte

**Mover:** Ein zweiachsig der Sonne nachgeführtes Solarstromkraftwerk. Das 52 m<sup>2</sup> große Solarfeld dreht sich nach astronomischen Berechnungen dem aktuellen Sonnenstand nach und produziert geräuschlos umweltfreundlichen und CO<sub>2</sub>-neutralen Solarstrom. Der Mover ist auch in einer XL Variante (104 m<sup>2</sup> Solarfeld) erhältlich.

**SingleAxis:** Durch seine einachsige Nachführung ist der SOLON SingleAxis Tracker vor allem für Gegenden nahe dem Äquator interessant.

**FixedTilt:** Fest aufgeständerte System-Lösung für PV-Kraftwerke. Beim SOLON FixedTilt handelt es sich um ein statisch optimiertes Montagesystem. Durch die Nutzung von rahmenlosen SOLON-Großmodulen kann der Materialaufwand deutlich reduziert und die Fläche effizient genutzt werden.

**FlexNet:** Ein landschaftsintegriertes Solarstromkraftwerk. Das Kernstück dieser Innovation ist das einfache aber intelligent konstruierte Seilsystem in Kombination mit Solarmodulen. Durch die flexiblen Systemlängen und höhenverstellbaren Seile können Geländeunebenheiten überwunden und problemlos zur CO<sub>2</sub>-neutralen Produktion von Solarstrom genutzt werden. Eine landwirtschaftliche Nutzung des Geländes bleibt dennoch weiterhin möglich.

**BusPort:** Ein spezielles PV-Überdachungssystem für Busbahnhöfe. Das Pilotprojekt, ein Busbahnhof in Sevilla, wurde im Sommer 2008 erfolgreich in Betrieb genommen. Neben der Energieerzeugung wurde auch eine nennenswerte Einsparung an Dieseltreibstoff festgestellt, welche durch die Verschattung der Parkplätze und der damit verbundenen Reduktion des Klimatisierungsaufwandes, erreicht wurde.



# Phoenix Solar AG

Gemeinsam Energie gewinnen

## KERNKOMPETENZ PHOTOVOLTAIK

Die Phoenix Solar AG konzentriert sich ausschließlich auf Photovoltaik: Als führendes Systemhaus bietet Phoenix Solar eine breite Produktpalette von Komponenten für Solarstromsysteme und eine Vielzahl von Dienstleistungen an. Von der privaten Dachanlage bis zum fondsfinanzierten Solarkraftwerk, von der Modullieferung bis zur Rundumbetreuung bei einem Großprojekt, von der kristallinen Technologie bis zum innovativen Dünnschichtmodul – in unseren beiden Segmenten Systemgroßhandel und Kraftwerksbau ist unser Angebot vielfältig.

## FÜHREND IN DER SYSTEMTECHNIK

Gerade beim Bau von großen Solarkraftwerken ist es wichtig, einen Partner mit langjähriger Erfahrung an der Seite zu haben. Die Ingenieure und Techniker bei Phoenix Solar richten ihren Fokus auf die konsequente Senkung der Systemkosten – mit neuen Verschaltungskonzepten, Kostenreduktionen bei der Unterkonstruktion und vielen weiteren Details.

## SCHLÜSSELFERTIG HEISST DAS ZAUBERWORT

Unsere Tochtergesellschaft Phoenix Solar Energy Investments AG ist kompetenter Ansprechpartner für Privatanleger, Kommunen, institutionelle Investoren und Fondsentwickler. Sie entwickelt international Sonnenstromprojekte in der Multi-Megawattklasse, die sie dann schlüsselfertig an den Kunden übergibt. Die Phoenix Solar AG ist für Planung, Bau und Anlagenüberwachung der Solarkraftwerke zuständig.



## ALLE ZEICHEN AUF WACHSTUM

Im Geschäftsjahr 2008 erwirtschaftete die Phoenix Solar AG einen Umsatz von rund 402 Millionen Euro. Dabei betrug der Auslandsanteil am Gesamtumsatz rund 40 Prozent. Für das Jahr 2009 plant die Gesellschaft einen Konzernumsatz von rund 520 Millionen Euro.

International ist Phoenix Solar mit Tochtergesellschaften in Spanien, Italien, Griechenland, Singapur und Australien vertreten. Die österreichischen Solarfachbetriebe werden von Bayern aus bedient.

## DÜNNSCHICHT BRINGT KOSTENSENKUNGSPOTENZIAL

Bereits 2003 hat Phoenix Solar als eines der ersten Unternehmen in Deutschland Solarmodule mit innovativer Dünnschichttechnologie in sein Produktportfolio aufgenommen. Dünnschichtmodule bringen höhere Erträge und bieten vor allem beim Bau von großen Solarparks ein signifikantes Kostensenkungspotenzial. Im vergangenen Jahr hat Phoenix Solar mehr als 50 Prozent seiner Anlagen mit Dünnschichttechnologie realisiert.

## Phoenix Solar AG

Ansprechpartner: Michael Wittke  
Hirschbergstraße 8  
D-85254 Sulzemoos  
Tel. +49 (0)8431 640 65 35  
Fax +49 (0)8431 646 99 20  
m.wittke@phoenixsolar.de  
[www.phoenixsolar.de](http://www.phoenixsolar.de)





## Photovoltaik – Strom aus Sonnenenergie:

Wirtschaftlich in der Gegenwart & sicher für die Zukunft

**Die Sonne liefert täglich 15.000 Mal mehr Energie als weltweit verbraucht wird.  
Was liegt da näher, als aus der Sonne Strom zu gewinnen? Sicher. Sauber. Nachhaltig.**  
Um den Strom aus den Solarmodulen am Dach nutzen zu können, muss er über einen Wechselrichter in haushaltsüblichen Wechselstrom gewandelt werden.  
Wenn Sie keinen Sonnenstrahl vergeuden möchten: Fronius PV-Wechselrichter:  
Leistungsstark und zuverlässig. Weitere Informationen finden Sie auf: [www.fronius.com](http://www.fronius.com)



POWERING YOUR FUTURE

# Investitionen in Infrastruktur sind Investitionen in unsere Zukunft

Die österreichische Elektro- und Elektronikindustrie – die Infrastrukturbranche

Wir fördern Aus- und Weiterbildung >> Wir kümmern uns um die Gesundheit >> Wir schonen die Umwelt >> Wir bringen Sie ans Ziel >> Wir setzen Akzente bei Forschung & Entwicklung >> Wir verbinden Menschen >> Wir gestalten Rahmenbedingungen >> Wir geben Energie >> Wir bilden Vertrauen

>> Der Fachverband der Elektro- und Elektronikindustrie (FEEI) vertritt in Österreich die Interessen von rund 300 Unternehmen mit knapp 63.000 Beschäftigten und einem Produktionswert von mehr als 12 Milliarden Euro (Stand 2007). Gemeinsam mit seinen Netzwerkpartnern – dazu gehören unter anderem die Fachhochschule Technikum Wien, das Forum Mobilkommunikation (FMK), ICT Austria, das UFH, das Umweltforum Starterbatterien (UFS), der Verband Alternativer Telekom-Netzbetreiber (VAT) und der Verband der Bahnindustrie (bahnindustrie.at) – ist es das oberste Ziel des FEEI, die Position der österreichischen Elektro- und Elektronikindustrie im weltweit geführten Standortwettbewerb zu stärken.

Nähere Informationen finden Sie im Internet unter [www.feei.at](http://www.feei.at) <<

Individuell gefertigte Photovoltaik-Module für innovative Fassadengestaltungen

Individually produced photovoltaic-modules for innovative façade design

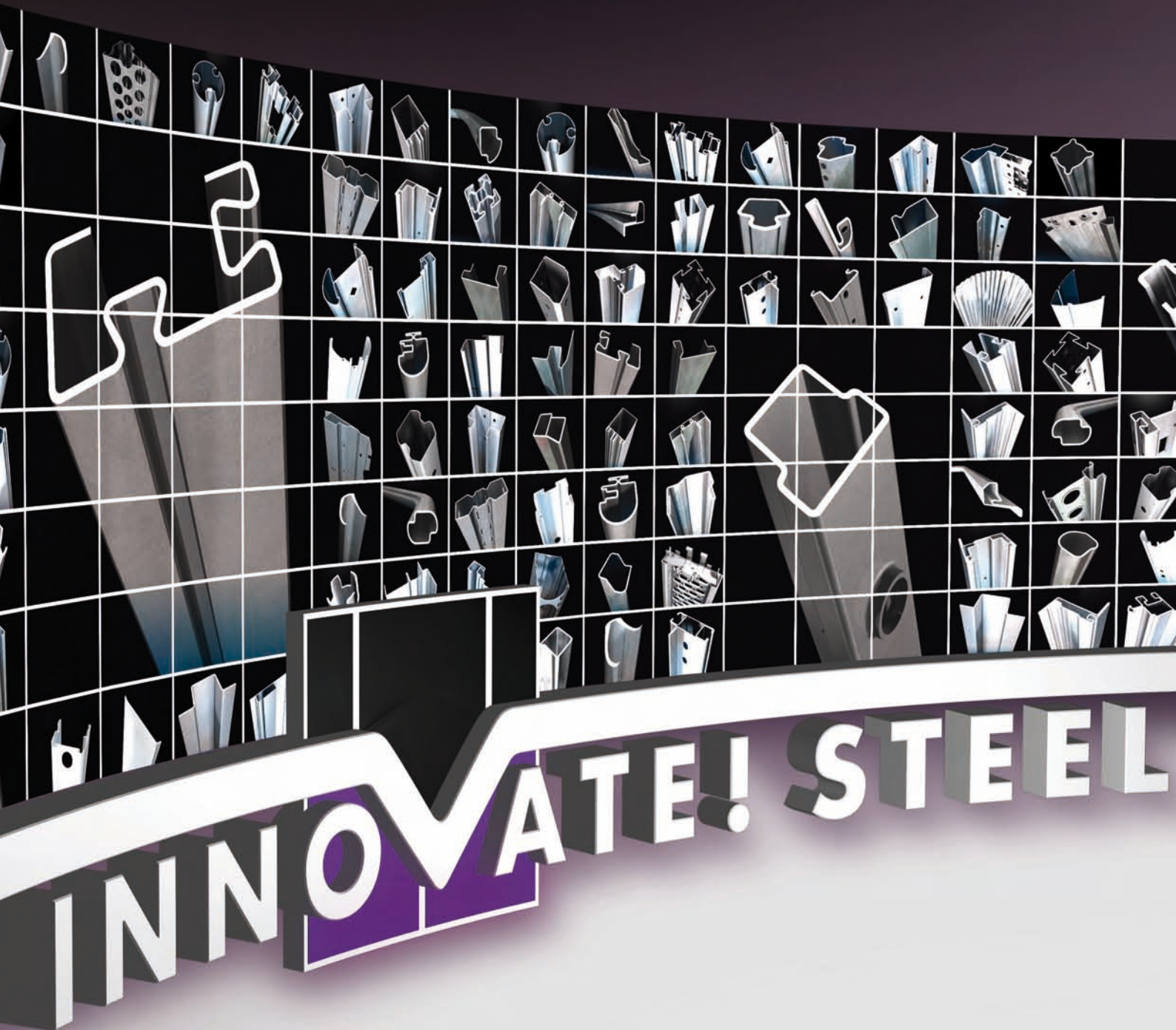


**ERTEX SOLAR GMBH**  
**A U S T R I A**  
A-3300 Amstetten  
Peter-Mitterhofer-Straße 4  
Phone: +43/7472/28260  
Fax: +43/7472/28260-629  
E-mail: [info@ertex-solar.at](mailto:info@ertex-solar.at)  
Web: [www.ertex-solar.at](http://www.ertex-solar.at)



**SONNENENERGIE:**  
Kompetent, umweltbewusst  
und nachhaltig

welser  
profile



**Welsch Profile AG**

Prochenberg 24 • A-3341 Ybbsitz / Österreich  
Tel (+43 7443) 800-0 • [at@welsch.com](mailto:at@welsch.com)

[www.welsch.com](http://www.welsch.com)

Your energy source:

**KIOTO**  
PHOTOVOLTAICS

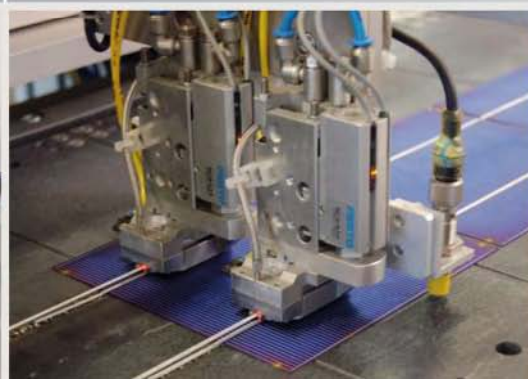
# Photovoltaic power systems

[www.kioto.com](http://www.kioto.com)

PV-modules



Power Plants



Investments



Mitveranstalter:



Mit freundlicher Unterstützung von:



## ENERGIE 2050 - Eine Initiative des BMVIT

Verantwortung:

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie  
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien

Leitung: DI Michael Paula  
A-1010 Wien, Renngasse 5

[www.e2050.at](http://www.e2050.at)