

arsenal research  
Ein Unternehmen der Austro-Research Centers



## Photovoltaik und Architektur

DI Andreas Lugmaier, 17. März 2006

Erneuerbare Energie Technologien

---

---

---

---

---

---

---

---

arsenal research  
Ein Unternehmen der Austro-Research Centers

### Inhalt

- Kurzvorstellung
- Einführung Photovoltaik
- Zellenarten
- Gebäudeintegration Photovoltaik (GIPV)
  - Argumente
  - Planung
  - Beispiele
  - Kostenvergleich
- Zusammenfassung

Erneuerbare Energie Technologien

---

---

---

---

---

---

---

---

arsenal research  
Ein Unternehmen der Austro-Research Centers

### Inhalt

- Kurzvorstellung
- Einführung Photovoltaik
- Zellenarten
- Gebäudeintegration Photovoltaik (GIPV)
  - Argumente
  - Planung
  - Beispiele
  - Kostenvergleich
- Zusammenfassung

Erneuerbare Energie Technologien

---

---

---

---

---

---

---

---

**arsenal research**  
Ein Unternehmen der Austrian Research Centers

**arsenal research**  
Ein Unternehmen der Austrian Research Centers.

**Teil von Österreichs größtem Forschungsunternehmen**

**1000 Mitarbeiter**  
(arsenal research: 140, Erneuerbare Energie: 40)






Erneuerbare Energie Technologien

---

---

---

---

---

---

---

---

**arsenal research**  
Ein Unternehmen der Austrian Research Centers

**arsenal research**  
Ein Unternehmen der Austrian Research Centers.

**Ausser-Universitäre Forschung:**

**Staatliche Einrichtung für**  
**Unabhängige Unterstützung der österr. Wirtschaft**

*forschung - entwicklung - beratung - normung - ausbildung*






Erneuerbare Energie Technologien

---

---

---

---

---

---

---

---

**PV – Aspekte bei arsenal research**

**arsenal research**  
Ein Unternehmen der Austrian Research Centers

- Qualitätsprüfungen für PV-Module
- Ausbildung für PV-Installateure und Planer (Herbst 06)
- Nationale PV-Tagung (geplant für September)
- Strategische Arbeiten (Roadmap Austria)









---

---

---

---

---

---

---

---

**Dipl.-Ing.**  
**Andreas Lugmaier**

**arsenal research**  
Ein Unternehmen der Austrian Research Centers

**Ausbildung**

- Studium Elektrotechnik – Wirtschaft

**Tätigkeiten bei arsenal research (seit Feb 02):**

- Arbeitsbereiche:
  - Photovoltaik (Strategische Arbeiten, Ausbildung)
  - Dezentrale Energieversorgung
  - Stromanbieterzertifizierung
- Projektmanagement
- Öffentlichkeitsarbeit



**Kontakt:** andreas.lugmaier@arsenal.ac.at  
Tel.: 050 550 - 6673

Erneuerbare Energie Technologien

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**arsenal research**  
Ein Unternehmen der Austrian Research Centers

**Inhalt**

- **Kurzvorstellung**
- **Einführung Photovoltaik**
- **Zellenarten**
- **Gebäudeintegration Photovoltaik (GIPV)**
  - Argumente
  - Planung
  - Beispiele
  - Kostenvergleich
- **Zusammenfassung**

Erneuerbare Energie Technologien

---

---

---

---

---

---

---

---


---

---

**arsenal research**  
Ein Unternehmen der Austrian Research Centers

**Einführung – Warum Photovoltaik**

- Photovoltaik“ direkte Umwandlung von Licht in elektrische Energie
  - 1950er Jahre: Erste Solarzellen zur Stromversorgung von Satelliten
  - Seit 1980: Anwendung zur Versorgung von netzfernen Systemen und Gebäude
  - 1990er Jahre: Erste Markteinführungsprogramme für netzgekoppelte Systeme
  - Heute: Jährliche Produktion > 1000 MW, Marktwachstum 30% pro Jahr



Erneuerbare Energie Technologien

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

arsenal research  
Ein Unternehmen der Austrian Research Centers

### Einführung – Warum Photovoltaik

- **Nahezu unbegrenzte Flächen und Energiepotential**
  - (PV auf 3% der Fläche A > 100% Energiebedarf)
- **Rohstoff Silizium – praktisch unbegrenzt vorhanden**
- **Keine Umweltauswirkungen im Betrieb**
  - Kein Lärm
  - Keine beweglichen Teile
  - Keine Abgase
- **Robuste und zuverlässige Technologie**



Erneuerbare Energie Technologien

---

---

---

---

---

---

---

---

arsenal research  
Ein Unternehmen der Austrian Research Centers

### Einführung – Warum Photovoltaik

- **Überall einsetzbar**
  - Optimale Integration in Gebäude, bauliche Strukturen möglich
  - Doppelnutzung als Konstruktionselement
- **PV wird zum Faktor im Strommarkt**
  - 25% PV-Strom in Europa 2040 laut EPIA Roadmap



Erneuerbare Energie Technologien

---

---

---

---

---

---

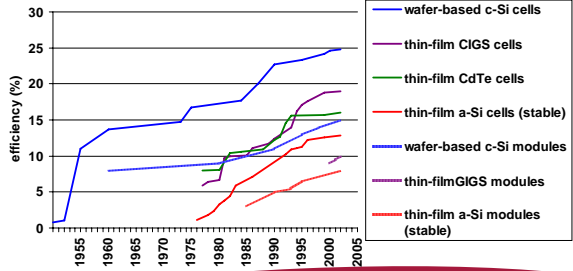
---

---

arsenal research  
Ein Unternehmen der Austrian Research Centers

### Einführung – Warum Photovoltaik

- **Steigerung der Wirkungsgrade**



Erneuerbare Energie Technologien

---

---

---

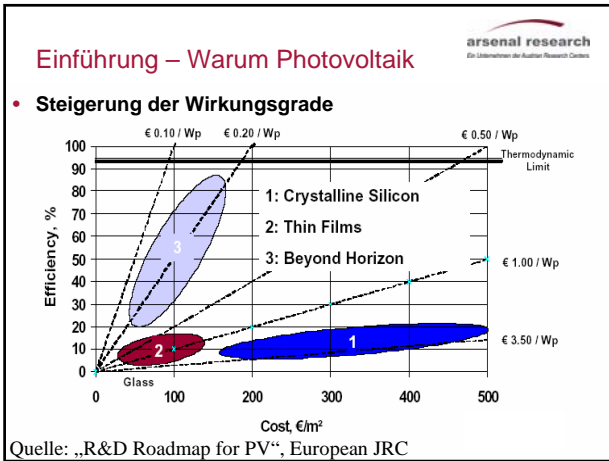
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

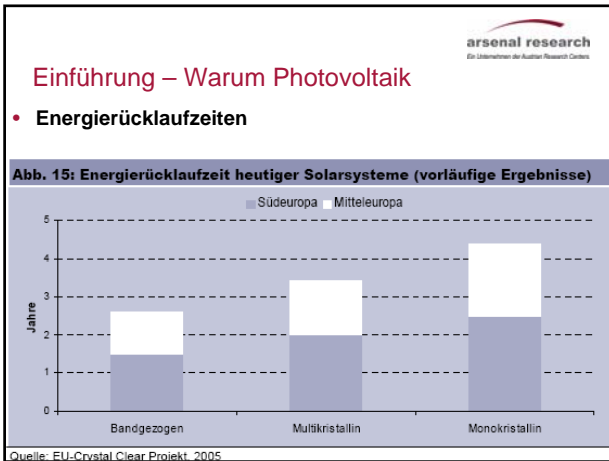
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

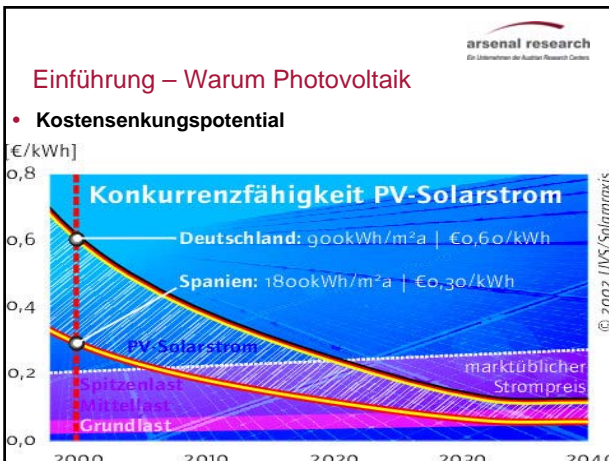
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

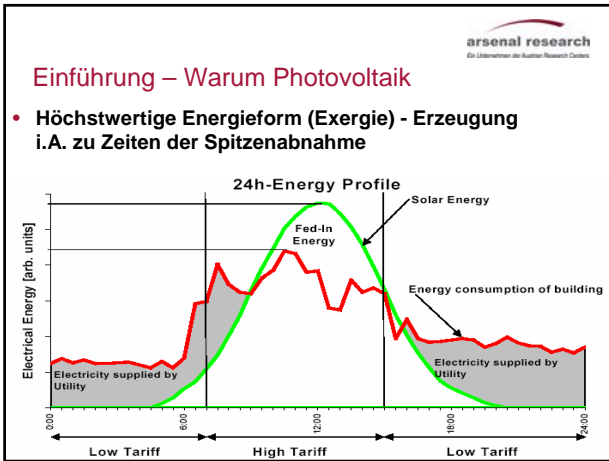
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

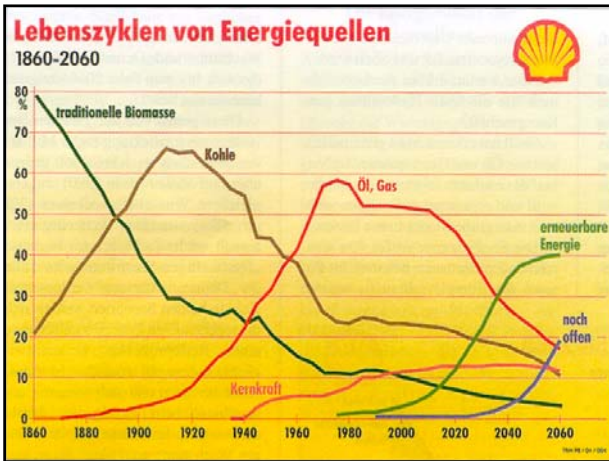
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

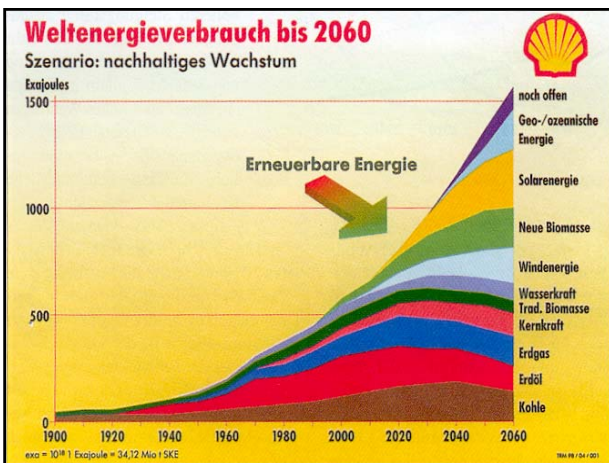
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---






---

---

---

---

---

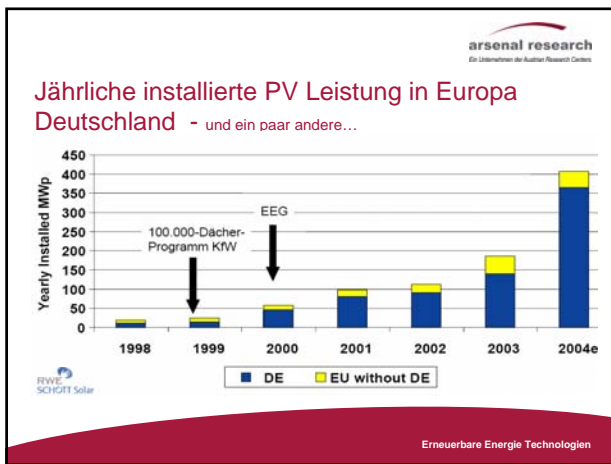
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

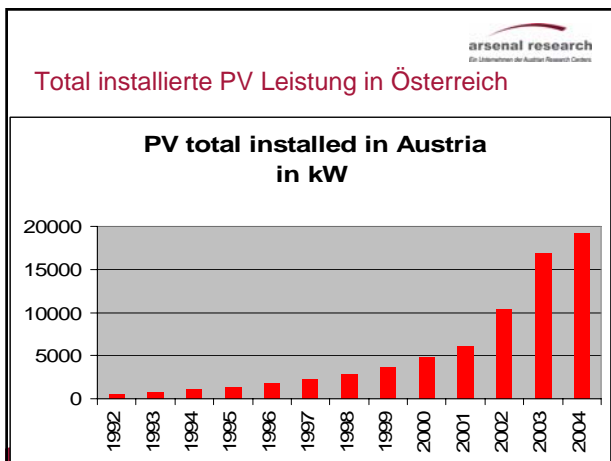
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

---


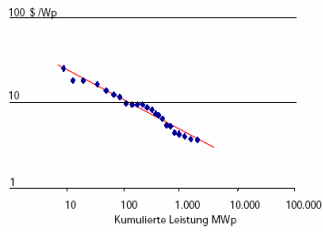
---



**arsenal research**  
Ein Unternehmen der Austrian Research Centers

## Einführung – Photovoltaik

PV Module, Preiserfahrungskurve

Quelle: PSE GmbH, 2003

**Erneuerbare Energie Technologien**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**arsenal research**  
Ein Unternehmen der Austrian Research Centers

## Aktuelle (Nicht-) PV Unterstützung

**Gegenwart: ☹**

- ⇒ 60 EuroCent / kWh
- ⇒ 47 EuroCent / kWh > 20 kW
- ⇒ für 13 Jahre
- ⇒ keine Jährliche Degression
- ⇒ **Limit bei 15 MW vorgesehen**
- ⇒ **14 Tage effektiv!!**
- ⇒ Aktuell nur Unterstützung durch einige Bundesländer relevant (z.B. OÖ, Wien)

**Zukunft:??**

- ⇒ ? EuroCent / kWh
- ⇒ für 11,25 Jahre
- ⇒ **Jährliche Degression**
- ⇒ **Limit ?**
- ⇒ **Effektiv?**




**Erneuerbare Energie Technologien**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**arsenal research**  
Ein Unternehmen der Austrian Research Centers

## Inhalt

- Kurzvorstellung
- Einführung Photovoltaik
- Zellenarten
- Gebäudeintegration Photovoltaik (GIPV)
  - Argumente
  - Planung
  - Beispiele
  - Kostenvergleich
- Zusammenfassung

**Erneuerbare Energie Technologien**

---

---

---

---

---

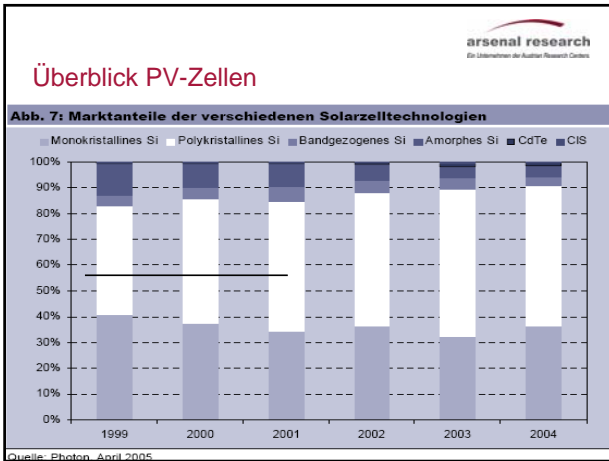
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**arsenal research**  
Ein Unternehmen der Austria Research Centers

## Überblick PV-Zellen

- **Zellenarten am österreichischen Markt:**
  - Monokristalline Zellen (ca. 30%)
  - Polykristalline Zellen (ca. 60%)
  - Amorphe Silizium Dünnschicht Zellen, Kupfer Indium Diselenid Zellen, Cadmiumtellurid Zellen (ca. 10%)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

**arsenal research**  
Ein Unternehmen der Austriac Research Centers

### Flexible Module (a-Si) als Dachelement



Quelle: Photon 02/2006

FLEXIBEL: Arbeiter der Solar Integrated legen ein Dach in Los Angeles mit Dünnschicht-Modulen aus amorphem Silizium aus.

---

---

---

---

---

---

---

---

**arsenal research**  
Ein Unternehmen der Austriac Research Centers

### Spezialmodule / Farbige Zellen



Quelle: BP Solar

Erneuerbare Energie Technologien

---

---

---

---

---

---

---

---

**arsenal research**  
Ein Unternehmen der Austriac Research Centers

### Spezialmodule / Farbige Zellen




---

---

---

---

---

---

---

---

### Spezialmodule / Farbige Zellen



---

---

---

---

---

---

---

---

### PV-Module als Werbefläche



Fotos: ECN

---

---

---

---

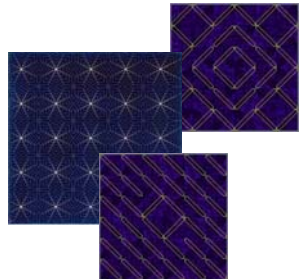
---

---

---

---

### Design Zellen – Made in Austria



---

---

---

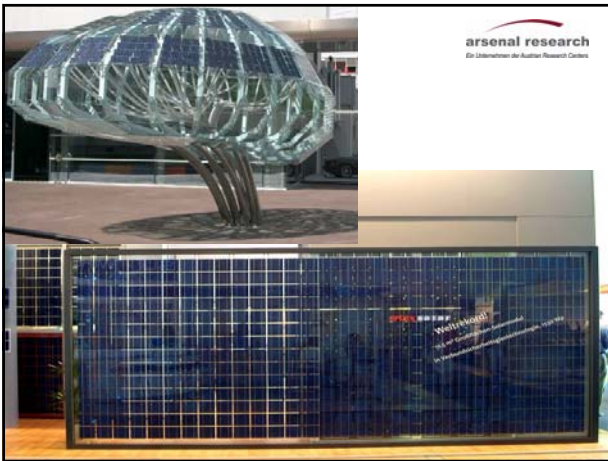
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

**arsenal research**  
Ein Unternehmen der Austro-Research Centers

## Inhalt

- Kurzvorstellung
- Einführung Photovoltaik
- Zellenarten
- Gebäudeintegration Photovoltaik (GIPV)
  - Argumente
  - Planung
  - Beispiele
  - Kostenvergleich
- Zusammenfassung

Erneuerbare Energie Technologien

---

---

---

---

---

---

---

---

**arsenal research**  
Ein Unternehmen der Austro-Research Centers

## Gebäudeintegrierte Photovoltaik (GIPV) – Was ist GIPV?

**Gestern**



- Integration durch Addition der PV (z.B. Dachaufständerung)
- Konstruktive Integration der PV:
  - PV in konventionellen Baumaterialien  
 > z.B.: Dachziegel, Wandverkleidungen
  - PV Integration in vorgefertigte Bauteile
  - PV als Teil individueller und multifunktionaler Gesamtlösungen  
 > z.B.: integrierter Sonnenschutz bei fassadenintegrierten Modulen, Reflektor zur Tageslichtmodulation

**Heute**



Erneuerbare Energie Technologien

---

---

---

---

---

---

---

---

## Argumente für

## Gebäudeintegrierte Photovoltaik (GIPV)



- Die Architektur kann heute aktiv zur elektrischen Energieerzeugung beitragen!
- Der Kreativität von Architekten sind kaum Grenzen gesetzt, da die PV-Industrie vielfältige neue Technologien für die Solararchitektur anbietet!




---

---

---

---

---

---

---

---

## Argumente für GIPV

- Glas wird oftmals in prestigeträchtigen und kreativen Bauten verwendet
  - Structural Glassing für moderne Gebäude
  - Transparenz von Glas im Bau
  - Vielfalt von Glasprodukten
- Nur ein kleiner Schritt zur Photovoltaik...
  - PV ergänzt konstruktiven Glasbau
  - PV-Integration ist das gleiche Wissen
  - PV-Integration ist das gleiche Material
  - PV-Integration als innovativer Weg zum Gebäude der Zukunft
  - Glasproduzenten werden zu PV Produzenten (z.B. Ertex Solar)



Arch. Zechner & Zechner



Foto: Ertex Solar

---

---

---

---

---

---

---

---

## Argumente für GIPV

- Doppelnutzen der GIPV-Architektur:
  - Synergieeffekte durch Kombination von Funktionen (z.B. Lärmschutz)
  - Keine kostbare Bodenfläche notwendig
  - Verringerung des laufenden Energiebedarfes (z.B. als Sonnenschutz)
  - Verringerung der Material und Installationskosten (nur bei standardisierten Baukomponenten (Dachziegel, Glas, etc...))
  - Architektonische Gestaltungsmöglichkeiten
  - Architektur als Multiplikator für die Photovoltaik

Arch. Kallenegger



Tauber Solar



Bayrisches Umweltministerium



Erneuerbare Energie Technologien

---

---

---

---

---

---

---

---

### Argumente für GIPV

arsenal research  
Ein Unternehmen der Austrian Research Centers

The diagram illustrates several advantages of GIPV (Glass-Integrated Photovoltaics):

- Photovoltaik-Fassade:** Shows a building facade with solar panels integrated into the structure.
- Fassaden-Konstruktion:** Details the structural integration of the solar panels.
- Wärmedämmung:** Indicates thermal insulation properties.
- Wetterschutz:** Shows protection against weather elements like rain and snow.
- Ästhetik/Design:** Shows a person's eye, indicating aesthetic integration.
- Schalldämmung:** Shows sound waves being blocked, indicating acoustic insulation.
- Wetterschutz (Snow):** Shows snow accumulation on a facade.
- Abschattung:** Shows solar radiation being blocked by the facade, with a temperature drop from +20°C to +15°C.
- Schirmdämmung:** Shows a fan and a laptop, indicating cooling and shading benefits.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Argumente für GIPV

arsenal research  
Ein Unternehmen der Austrian Research Centers

- Qualität und Zertifizierung von PV-Modulen geben Sicherheit!**
  - Leistungsaspekte
  - Degradation
  - Temperaturwechsel
  - Sturm- und Hagelfestigkeit
  - UV-Beständigkeit
- Neue Befestigungssysteme für PV-Module**
  - Abgestimmte Konstruktionen
  - Schnelle Montage
- Fertigbauteile in der PV-Architektur**
- Kostengünstige Vorfertigung**
- Kurze Montage auf der Baustelle**

Foto: arsenal research

www.schletter.de

Erneuerbare Energie Technologien

---

---

---

---

---

---

---

---

### GIPV – Planung Verschattung

arsenal research  
Ein Unternehmen der Austrian Research Centers

The diagrams illustrate the planning of shading for GIPV facades:

- 3D perspective views of building facades with solar panels.
- 2D architectural drawings showing window placements and shading structures.
- Grid-based diagrams showing the layout of solar panels on a facade.

Erneuerbare Energie Technologien

---

---

---

---

---

---

---

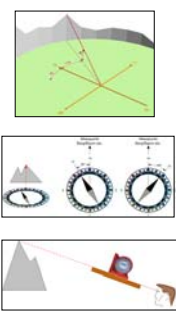
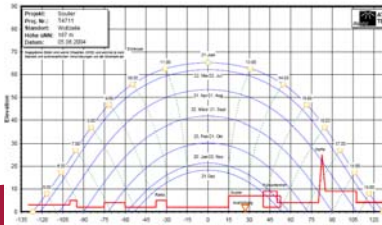
---



**arsenal research**  
Ein Unternehmen der Austro-Research GmbH

### GIPV Planung - Werkzeuge

- Lagebeurteilung
  - Aufnahme von Azimut und Elevation
  - 15 min für objektive Standortbeurteilung
  - Grundlage für Simulationsprogramme

**Projekt:** Daxler  
**Proj. Nr.:** 120114  
**Maßstab:** 1:1000  
**Arbeitszeit:** 100 min  
**Datum:** 02.08.2014

---

---

---

---

---

---

---

---

**arsenal research**  
Ein Unternehmen der Austro-Research GmbH

### GIPV Planung - Werkzeuge

- Abschattungssimulation
  - 3-dimensionale Darstellung
  - Fast alle CAD-Programme

21. Juni      22. März/21. Sept.  
09:00 Uhr      21. Dezember



Erneuerbare Energie Technologien

---

---

---

---

---

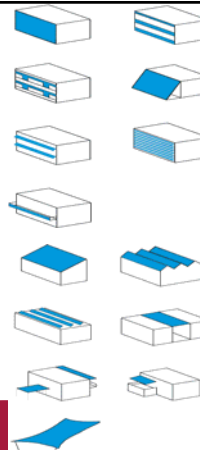
---

---

---

### Beispiele für GIPV

- PV Integration in Schrägdächer
- PV Integration in Oberlichtern
- PV Integration in Flachdächern
- PV Integration in Aussenwänden
- PV Integration in Glasfassaden
- PV Integration in Sonnenschutztechniken




---

---

---

---

---

---

---

---

Schrägdach



---

---

---

---

---

---

---

---

Oberlichte:



---

---

---

---

---

---

---

---

Außenwand:

arsenal research  
Ein Unternehmen der Austriac Research Center

- TROP – Möbelabholmarkt St. Johann/Tirol
  - Niedrigenergiebauweise
  - 52,8 kWp-PV-Integration SO/SW
    - > Ertrag 771 kWh/kWp\*Jahr
  - Betrieb ohne fossile Energieträger
  - Hackschnitzelheizung

Energy Globe Austria 2004

Erneuerbare Energie Technologien

---

---

---

---

---

---

---

---

**arsenal research**  
Ein Unternehmen der Austrian Research Centers

- **Passivbürohaus Mödling SOL 4**
  - Natürliche Baumaterialien
  - Wärmepumpe
  - Wärmerückgewinnung
  - Arbeiten zum Wohlfühlen
  - Sauna, Bewegungsraum und Lauftreff für die Mitarbeiter
  - 28 kWp-PV-Integration O/S/W
  - Ertrag 607 kWh/kWp\*Jahr
  - keine fossilen Energieträger




**x 10%**

Erneuerbare Energie Technologien

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Berufsschule Imst**

**arsenal research**  
Ein Unternehmen der Austrian Research Centers



Berufsschule Imst

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Oekomarkt Thening, OÖ**

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

**arsenal research**  
Ein Unternehmen der Austrian Research Centers




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Kriegerhor Lech / Vorarlberg –  
PV Integration in Glasfassade und als Sonnenschutz



• Verschattungsfreiheit und Verschattungselement

- Transparente Gebäudehülle mit 9,44 kWp
- Hohe Erträge 923 bis 1.051 kWh/kWp\*a (2004 bzw. 2005)
- Nutzung der Schneereflexion



---

---

---

---

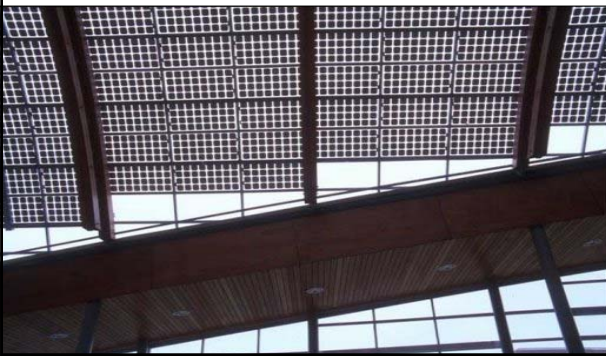
---

---

---

---

Glasdach mit integrierten PV-Modulen  
als Sonnenschutz



---

---

---

---

---

---

---

---

Terrassenüberdachung als  
Sonnenschutz



---

---

---

---

---

---

---

---

**arsenal research**  
Ein Unternehmen der Austriac Research Centers

### Kostenvergleich

Modul - Fassadenelement		Fläche je kWp	Leistung je m <sup>2</sup>	Preis €/m <sup>2</sup>
ASI Glas/Folie	asi	19,2m <sup>2</sup>	52Wp	456
ASI-OPAK	asi	19,2m <sup>2</sup>	52Wp	565
ASI-THRU	asi	22,2m <sup>2</sup>	45Wp	575
Standardmodul	krist	8,2m <sup>2</sup>	120Wp	793
ASI-OPAK-Isolier	asi	19,2m <sup>2</sup>	52Wp	843
ASI-THRU-Isolier	asi	22,2m <sup>2</sup>	45Wp	886
Metalljalousien			0	360
Isolierglas			0	400
Glas email/versp.			0	405
Isolierglas versp.			0	680
Steinfassade			0	1.000

Die angegebenen Preise sind inkl. Halterung und Systemmontage Quelle: ATB Becker Erneuerbare Energie Technologien

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**arsenal research**  
Ein Unternehmen der Austriac Research Centers

### Inhalt

- Kurzvorstellung
- Einführung Photovoltaik
- Zellenarten
- Gebäudeintegration Photovoltaik (GIPV)
  - Argumente
  - Planung
  - Beispiele
  - Kostenvergleich
- Zusammenfassung

Erneuerbare Energie Technologien

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**arsenal research**  
Ein Unternehmen der Austriac Research Centers

### Zusammenfassung

- PV ist ein wichtiger Energieträger der Zukunft
- GIPV - Österreich hätte gute Chancen – Architektur
  - Öffentliche dauerhafte Unterstützung mit Ziel Förderung GIPV ???
- GIPV - Optimale Integration in Gebäude, bauliche Strukturen möglich, Mehrfachnutzung als Konstruktionselement
- GIPV ist Innovatives Design und Technologien, die die Kosten traditioneller Baumaterialien z.T. aufwiegen
- GIPV steht für:
  - ein Bekenntnis zur kreativen Schönheit von Architektur
  - Sichtbarkeit von gemeinsamer soziale Verantwortung

Erneuerbare Energie Technologien

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---