

Technological developments in Building Integrated Photovoltaics

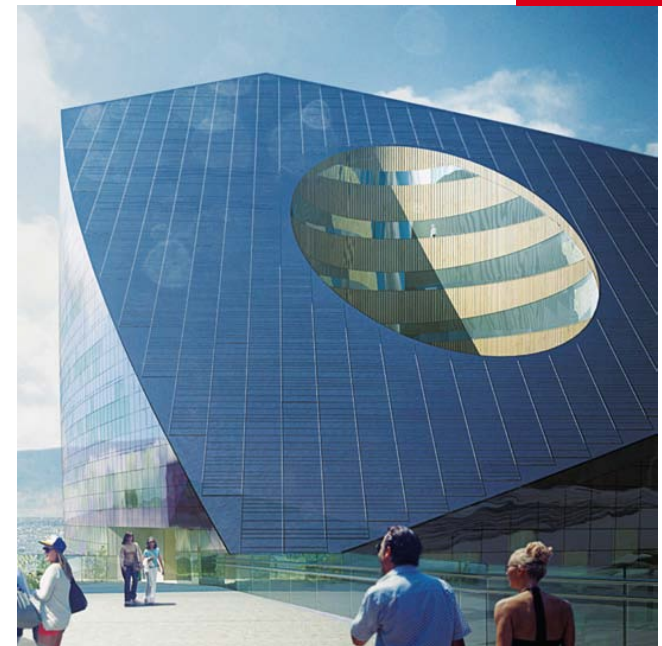
Technologische Entwicklungen im Bereich der gebäudeintegrierten Photovoltaik

6th St.Gallen Forum for Management
of Renewable Energies

Dr. Hartmut Nussbaumer

Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, SoE

WICONA
TECHNIK FÜR IDEEN



Power house

Anforderungen an die gebäudeintegrierte Photovoltaik

Das PV Bauelement muss die Funktion einer Gebäudekomponente übernehmen:

- Schutz vor Wettereinflüssen (Regen, Schnee, Wind, Hagel)
- Schutz vor UV-Strahlen,
- Härte, mechanischer Widerstand und strukturelle Integrität
- Beschattung /Tageslichtbeleuchtung.

Anforderungen an die gebäudeintegrierte Photovoltaik

- Erfüllung der Anforderungen gemäss dem Standard prEN 50583 Photovoltaics in buildings
- Ästhetische Gestaltungsmöglichkeiten in Form und Farbe
- Unterschiedliche Integrationsmöglichkeiten
- Konkurrenzfähige Kosten
- Austauschbarkeit bei Ausfall eines Moduls

Gestaltungsmöglichkeiten mit PV Elementen

Die Hersteller von PV Modulen/Gebäudeelementen bieten zukünftig immer mehr gestalterische Freiheiten durch:

- Unterschiedliche Formen
- Semitransparente Module
- Farbige Module
- Gemusterte Module, welche beispielsweise eine Marmorfassade simulieren

Gestaltungsmöglichkeiten mit PV Elementen; Beispiel megasol (Schweiz)



- Verschiedenste Zellfarben kombiniert mit wählbarer Rückfarbe
- **Transluzide Ausführung** für Abschattung oder Lichteffekte
- Kombination mit Isolierverglasungen mit wählbarem Bereich für die Zellbelegung
- Kontaktierung vorderseitig, rückseitig oder seitlich
- Spezielle Formen und Grössen
- Farbe, Firmenlogos

Gestaltungsmöglichkeiten mit PV Elementen

«Semitransparent»

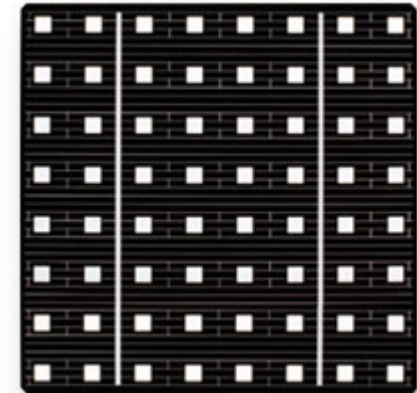


Gestaltungsmöglichkeiten mit PV Elementen



- Gehry- Sunways- Novartis
- Semi- Transparent Solar Cells

sunways
Photovoltaic Technology



Gestaltungsmöglichkeiten mit PV Elementen, Semitransparente Module



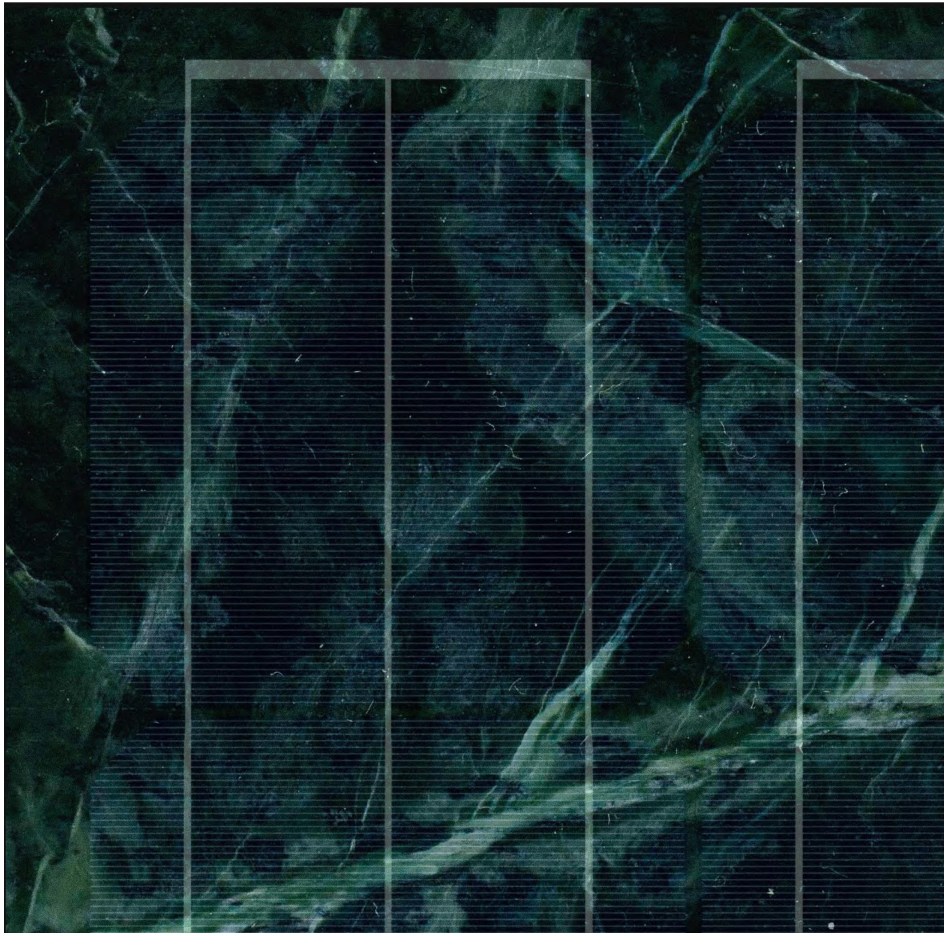
Kaneka
KANEKA Solar Energy



Transparenz 10%
UV Schutz 99.9%
Elektrische Leistung: 46-57 W/m²

Gestaltungsmöglichkeiten mit PV Elementen, Keramikdruck

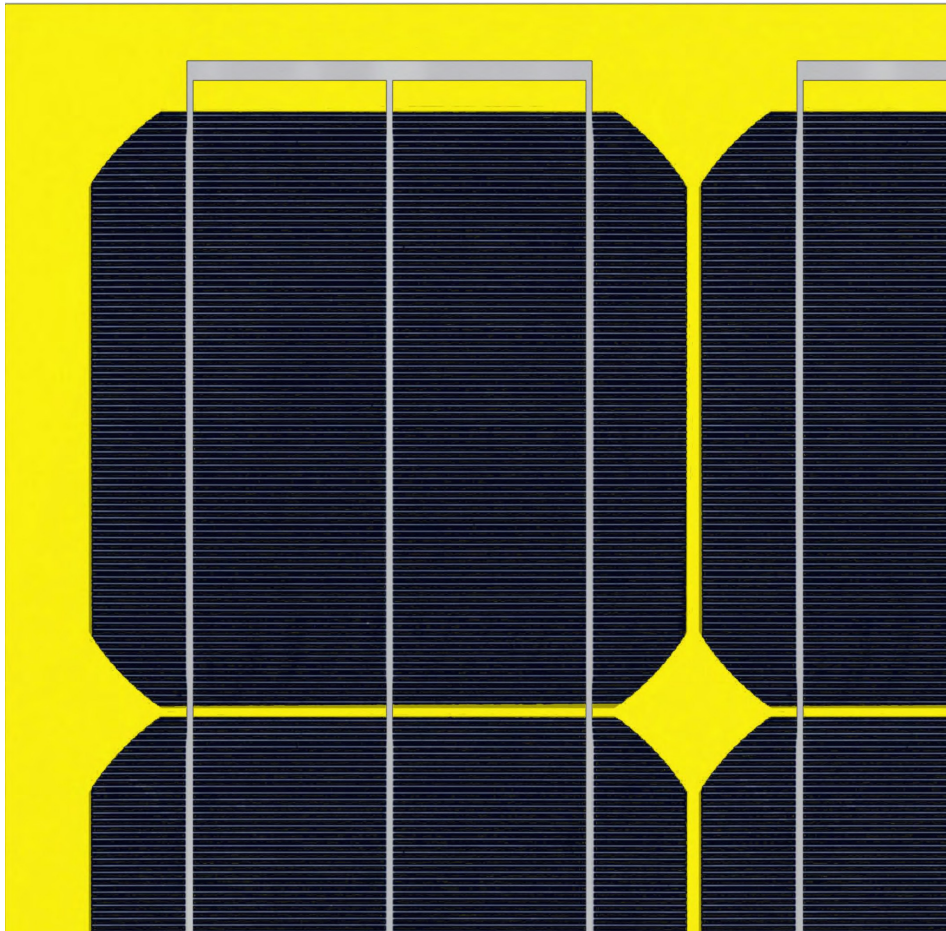
Bsp. Simulation Marmorfassade



Leistungseinbusse: ~10-30%



Gestaltungsmöglichkeiten mit PV Elementen, Hintergrunddruck

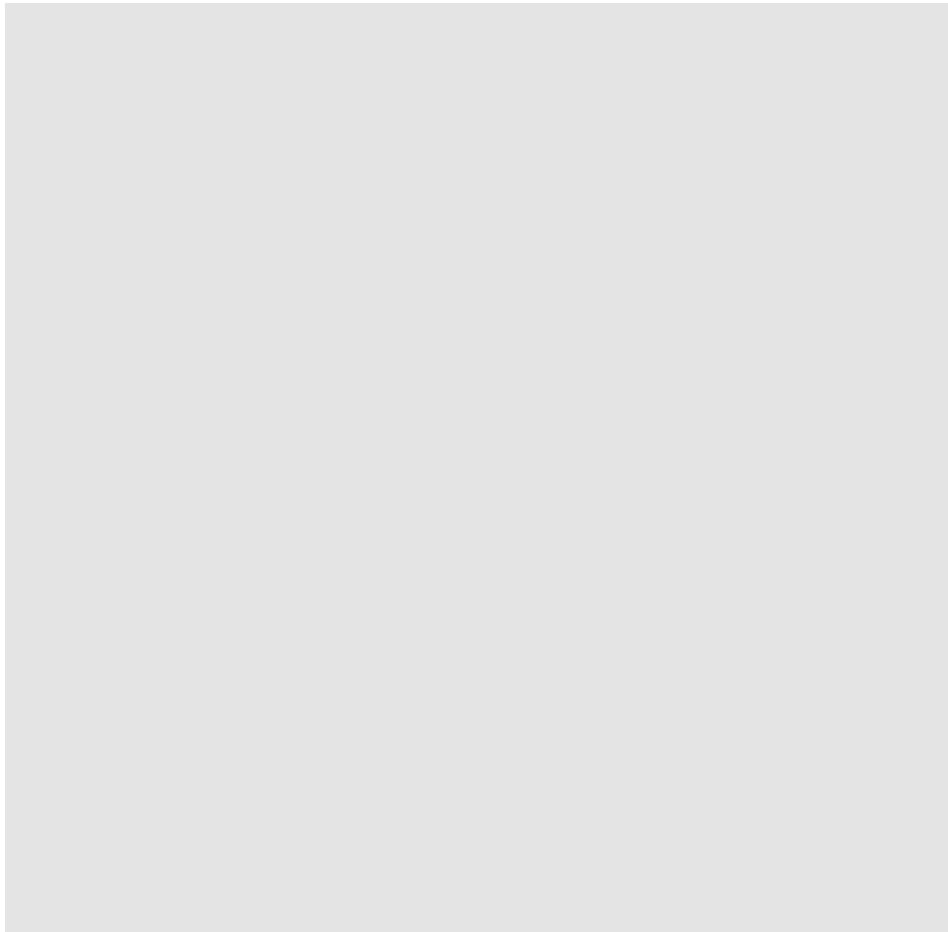


Leistungseinbusse: 1-4%



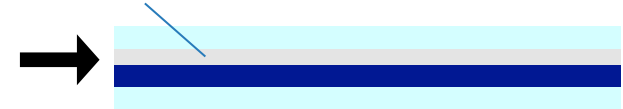
Auch andere Farben verfügbar.

Gestaltungsmöglichkeiten mit PV Elementen, CSEM-Folie



Leistungseinbusse: ca. 40%

Zwischenfolie



Auch andere Farben verfügbar.

Gestaltungsmöglichkeiten mit PV Elementen, SwissInso Kromatix™



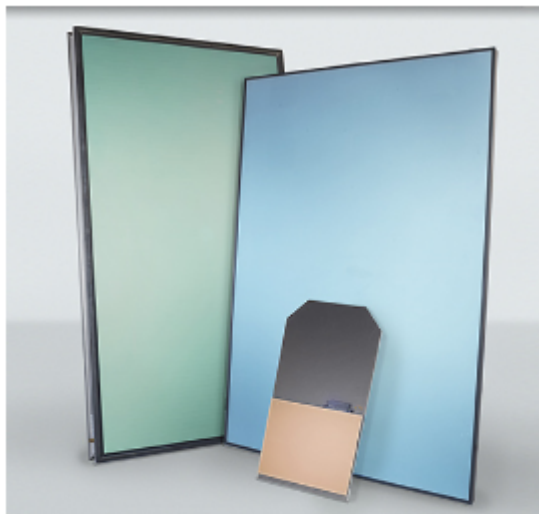
Leistungseinbusse: 4-8%

Speziell beschichtetes Glas

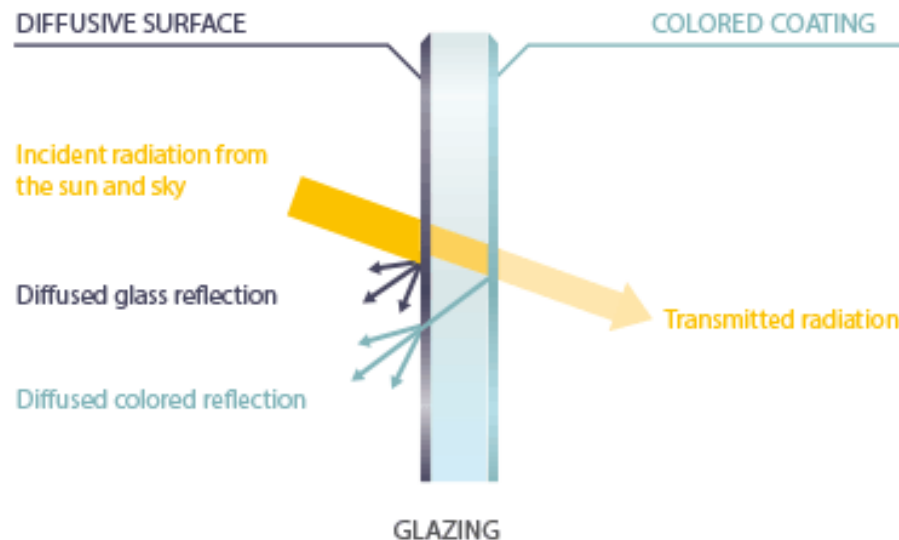


<http://www.swissinso.com/>

Gestaltungsmöglichkeiten mit PV Elementen, SwissInso Kromatix™



KROMATIX™ A
UNIQUE PATENTED
SWISS TECHNOLOGY

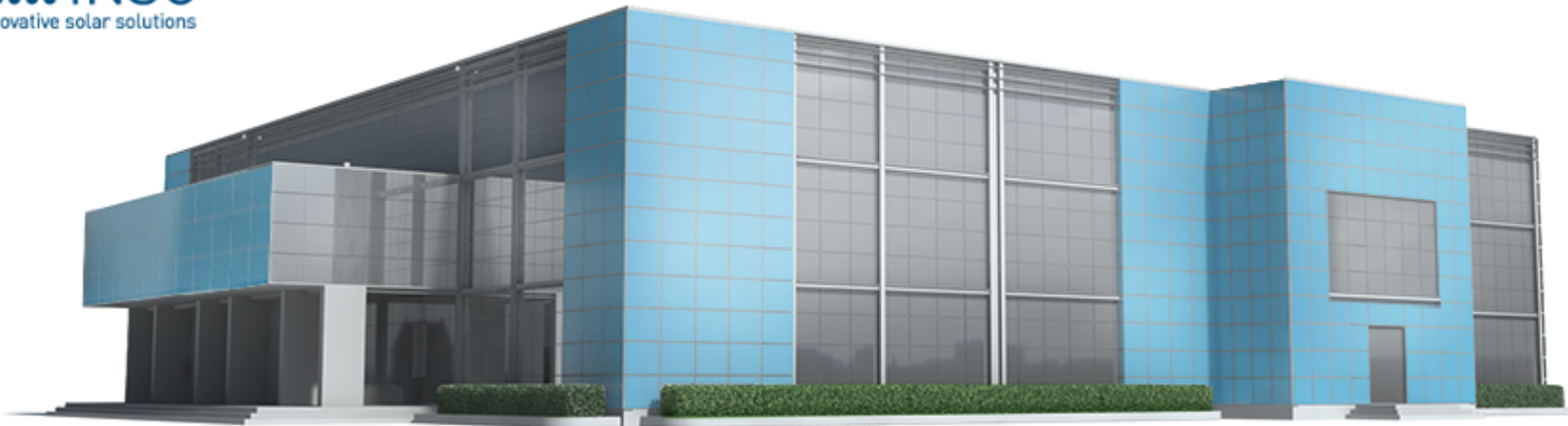


2 Oberflächenbehandlungen:

Beschichtung der Innenseite des Glases mit einer Schicht, welche in einem speziellen Spektralbereich reflektiert.

Beschichtung der Aussenseite des Glases, um diffuse Reflexion zu erhalten und den technischen Aufbau der Solarzelle zu maskieren

Gestaltungsmöglichkeiten mit PV Elementen, SwissInso Kromatix™



#3 Blue



#3 BLUE

Solar transmittance **90 %**

Relative energy loss as compared to uncoated glass *

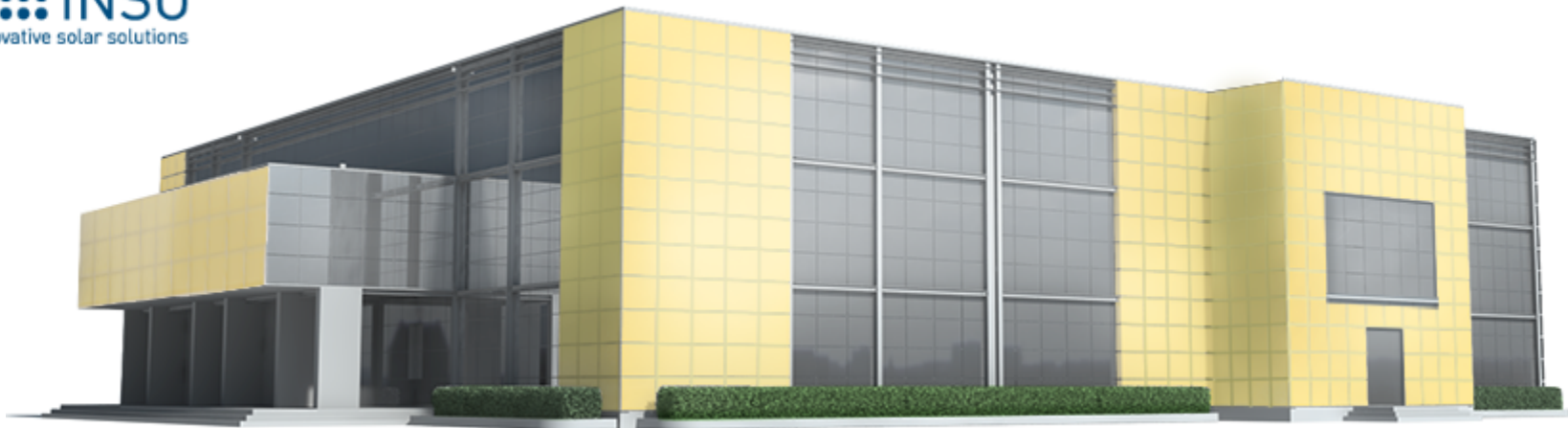
for thermal collectors **≈ 3 %**

for crystalline PV modules **≈ 4 %**

for thin films PV modules **≈ 5 %**

* loss as a percent of total panel performance

Gestaltungsmöglichkeiten mit PV Elementen, SwissInso Kromatix™



#6 Yellow



#6 YELLOW

Solar transmittance	88 %
---------------------	------

Relative energy loss as compared to uncoated glass *

for thermal collectors	≈ 4 %
------------------------	-------

for crystalline PV modules	≈ 5 %
----------------------------	-------

for thin films PV modules	≈ 6 %
---------------------------	-------

* loss as a percent of total panel performance

Gestaltungsmöglichkeiten mit PV Elementen, SwissInso Kromatix™



ACOMET SA Headquarters, Collombey, Switzerland

Bsp. Photovoltaik
Module nach Kundenanforderung
«Unsichtbare» Montagekonstruktion, Backrail geklebt



Gestaltungsmöglichkeiten mit PV Elementen, SwissInso Kromatix™

Zürcher Hochschule
für Angewandte Wissenschaften

zhaw School of
Engineering
IEFE Institut für Energiesysteme
und Fluid-Engineering

**SWISS
INSO**
innovative solar solutions



Bsp. Solarthermie

DOMA Solartechnik GmbH Headquarters, Satteins, Austria

Gestaltungsmöglichkeiten mit PV Elementen, Bsp. 180° Fassadenintegration



Architekt: bf Berger und Frank AG

Kosten PV Fassade

Annahmen:

Glasfassade: 1000 CHF/m²

PV Fassade: 1060 CHF/m plus Kosten für Kabel, Inverter, elektrische Installation (45% der Kosten einer PV-Aufdachanlage mit gleicher Wp-Leistung, konservativ)

Betriebskosten PV: 1.6% der Investitionskosten PV-Aufdachanlage pro Jahr

Keine Betriebskosten für die Fassade

Stromvergütung: 0.17 CHF/kWh (79% Hochtarif) und 0.105 CHF/kWh (Niedertarif 21%)

Keine Preiserhöhung des Stroms in den nächsten 25 Jahren (sehr konservativ)

Die Fassaden werden nicht fremdfinanziert (Zins 0%)

Kosten PV Fassade Beispiel

Bsp. Anlagengrösse 29.9 kWp

PV-Aufdachanlage: 1000 Nennbetriebsstunden pro Jahr

PV Fassade: 680 Nennbetriebsstunden pro Jahr

Degradation: 0.8%/Jahr

Fläche ~191 m²



Kosten PV Fassade

Beispiel: Fassade 191 m²

	Glasfassade	PV Fassade
Investitionskosten [CHF]	191.000	236.368
Subventionen [CHF]	0	-20.039
Summe [CHF]	191.000	216.329
Erträge in 25 Jahren [CHF]	0	51.202
Ergebnis nach 25 Jahren [CHF]	-191.000	-165.127

Delta: 25.873 CHF

⇒ Die Photovoltaikfassade führt auch unter Berücksichtigung von Betriebskosten zu einem anteiligen Return der Fassade!

Vergleich PV Fassade mit PV Aufdachanlage

	PV Dach	PV Fassade
Investitionskosten [CHF]	75.350	236.368
Subventionen [CHF]	-16.350	-20.039
Summe [CHF]	59.000	216.329
Erträge in 25 Jahren [CHF]	93.145	51.202
Ergebnis nach 25 Jahren [CHF]	34.145	-165.127

⇒ Die Photovoltaikfassade sollte nicht mit einer zusätzlichen PV Anlage, sondern mit einer alternativen Fassade verglichen werden. Auch mit der PV Fassade kann eine zusätzliche PV-Aufdachanlage sinnvoll sein!

Zusammenfassung

- Es stehen PV Gebäudeelemente in unterschiedlichen Formen und Farben zur Verfügung, die Architekten eine Vielzahl von Gestaltungsmöglichkeiten offerieren.
- Die Kosten von PV Fassaden liegen unwesentlich höher als für Glasfassaden.
- PV Fassaden werden besonders dann ökonomisch attraktiv, wenn man von Strompreiserhöhungen in der Zukunft ausgeht.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt:

Dr. Hartmut Nussbaumer

Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften

School of Engineering, Winterthur

Tel: +41 58 934 47 99

hartmut.nussbaumer@zhaw.ch