

Schlussbericht PV 100141, 150173 / Dietikon, Dezember 2005

GISS Gebäude-Integrierte Solarstrom-Systeme (Building Integrated Photovoltaic BIPV)

ausgearbeitet durch:

Roland Hof, Geilinger Fassaden AG, 8411 Winterthur
Walter Mikesch, Colt Solar Technology AG, 6340 Baar
Reto Miloni, Lichtplanung & Architektur, 5243 Mülligen
Toni Kälin, Jaakko Pöyry Infra, 8022 Zürich
Thomas Nordmann, TNC Consulting AG, 8703 Erlenbach
Christian Meier, energiebüro® Die Solarplaner, 8005 Zürich
Rudolf Locher, SZFF, 8953 Dietikon
SZFF Schweizerische Zentrale Fenster und Fassaden
Riedstrasse 14, 8953 Dietikon



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	1
Abstract	2
Zusammenfassung	3
Einleitung / Projektziele	3
Kurzbeschreibung des Projekts	4
Teilprojekte	4
Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse	5
Teilprojekt 1 "Informationsbeschaffung/Analyse"	5
Teilprojekt 2 "Befragung"	6
Teilprojekt 3 "Markterhebung"	7
Teilprojekt 4 "Handbuch/Argumentarium"	8
Teilprojekt 5 "Pilotphase"	9
Bewertung	10

Anhänge

Bericht Teilprojekt 1, Informationsbeschaffung/Analyse	Anhang TP 1
Bericht Teilprojekt 2, Befragung	Anhang TP 2
Bericht Teilprojekt 3, Markterhebung, Potenzialabschätzungen	Anhang TP 3
Bericht Teilprojekt 4, Handbuch/Argumentarium	Anhang TP 4
Bericht Teilprojekt 5, mögliche Pilotprojekte	Anhang TP 5

(Diese Arbeit ist im Auftrag des Bundesamtes für Energie entstanden. Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor des Berichtes verantwortlich.)

Abstract

Supported by several sponsors, the SZFF is launching a widely-based research project enquiring into the potential for breaking down existing technical obstacles and mental hurdles between façade constructors and solar specialists; reducing the lack of information in the market; generation of BIPV-Projects in the fields of new building and conversions and raising the level of the technological expertise of façade constructors in dealing with solar components in building envelopment.

Previous studies have shown that photoelectric panels can easily be installed by façade constructors. Technical communication between façade constructors and “photoelectricians” must be furthered and simplified. The future of BIPV depends on the increase in the use of photoelectrics in building projects. Most important are the interfaces between Façade Planners/Photoelectric Planners as well as both façade and photoelectric industrialists at their joint involvement in the planning of buildings. Multifunctional, integrated concepts of in-house technology in conjunction with the incorporation of photoelectric installations in façades have an enormous innovative potential.

Zusammenfassung

Die SZFF lancierte ein durch mehrere Träger breit abgestütztes Forschungsprojekt zur Grundlagenerarbeitung bezüglich des vorhandenen Potenzials, Abbau von technischen Hindernissen und mentalen Hürden zwischen Fassadenbauern und Solarspezialisten, Abbau von Informationsmängeln im Markt, Generierung von BIPV-Projekten für den Neu- und Umbaubereich sowie Erhöhung der technologischen Fachkompetenz der Fassadenbauer im Umgang mit Solar-Komponenten in Gebäudehüllen.

Die Untersuchungen zeigen, dass photovoltaische Bauelemente sich ohne Probleme durch den Fassadenbauer montieren lassen. Der technische Dialog zwischen Fassadenbauern und "Photovoltaikern" muss jedoch vereinfacht und etabliert werden. Entscheidend für die Zukunft der BIPV ist eine zunehmende Zahl von PV- Bauvorhaben. Von entscheidender Bedeutung sind die Schnittstellen und die Arbeitsteilung Fassadenplaner/PV -Fachplaner sowie Fassaden- und PV-Unternehmer und deren Einbindung in die Bauorganisation. Multifunktionale, integrale Haustechnik-Konzepte mit photovoltaischer Stromproduktion verfügen in Verbindung mit Fassadentechnik über ein hohes Innovationspotential.

Einleitung / Projektziele

Die SZFF lancierte ein durch mehrere Träger breit abgestütztes Forschungsprojekt mit folgender Zielsetzung:

- Grundlagenerarbeitung bezüglich des vorhandenen Potenzials (jährliches geeignetes Bau- oder Investitionsvolumen).
- Abbau von technischen Hindernissen und mentalen Hürden zwischen Fassadenbauern und Solarspezialisten.
- Abbau von Informationsmängeln im Markt bei Bauherren, Investoren und Planern.
- Generierung von BIPV-Projekten für den Neu- und Umbaubereich.
- Erhöhung der technologischen Fachkompetenz der SZFF-Mitglieder im Umgang mit Solar-Komponenten in Gebäudehüllen.

Es wurden folgende Resultate erwartet:

- Die wichtigsten Barrieren/Hindernisse der Fassadenbauer/-planer/-zulieferer (SZFF-Mitglieder) sind bekannt; Lehren aus bereits realisierten BIPV-Anlagen sind bekannt.
- Eine einfache PV-Planungshilfe für SZFF-Mitglieder mit dem Ziel des Barrierenabbaus liegt vor.
- Es sind klare Hinweise vorhanden über Art und Umfang des vorhandenen Marktpotenzials.
- Die Grundlage für vertrauensbildende Massnahmen und weitere Innovationsanreize in der Fassadenbau-Branche sind geschaffen.
- Weitere unterstützungswürdige Pilotprojekte für gebäudeintegrierte Solarsysteme in der Schweiz sind definiert und skizziert.

Kurzbeschreibung des Projekts

Gebäudeintegrierte Solarsysteme (thermisch und photovoltaisch) sind im modernen Fassadenbau noch selten anzutreffen. Werden auf Gebäuden PV-Anlagen installiert, handelt es sich in der Regel um dachaufgeständerte Standardmodule, welche auf eine bereits funktionstaugliche Hülle "aufgedoppelt" werden. Die Ausnahme bestätigt nur die Regel: aufgeschlossene Bauherren und innovative Planer haben da und dort mit Fassaden- oder Dach-integrierten, transluziden oder sogar einachsrig nachgeführten Solargeneratoren aufgezeigt, welches Potenzial im modernen Fassadenbau steckt.

Generell ist jedoch die Haltung der Facadiers – unter diesem Begriff wird die Gemeinschaft der Verarbeiter, der Fassadenplaner, ihrer Zulieferer und Monteure verstanden – gegenüber gebäudeintegrierten Solarsystemen von einer in der Sache begründeten Zurückhaltung geprägt. So begegnet der Facadier dem Risikopotenzial wertintensiver und technologisch komplexer Starkstromanlagen in der Gebäudehülle zumeist skeptisch - wenn nicht ablehnend. Der Mangel an für die Gebäudehüllen geeigneten, standardisierten Anbieterlösungen seitens der Modul- und Zellenhersteller, ein ruinöser "Preiskampf" einiger weniger verbliebener Anbieter von funktionierenden aber pragmatisch konzipierten "08:15-Lösungen" auf Perrondächern, Lärmschutzwänden, Ferienchalets und dergleichen sind im übrigen auch nicht gerade dazu angetan, Facadiers, Architekten und auch Investoren von den Chancen gebäudeintegrierter Solarsysteme zu überzeugen.

Teilprojekte

- In einer ersten **Informationsphase** werden Beispiele bereits realisierter Projekte mit gebäudeintegrierten Solarsystemen im In- und Ausland zusammengetragen (Bestandesaufnahme & Analyse von bereits realisierten BIPV-Anlagen aus ökonomischer, technischer und architektonischer Sicht; Evaluation und Ursachenanalyse mit Fokussierung auf fehlenden Wiederholungseffekt).
- In einer zweiten **Befragungsphase** werden Fassadenbauer, Zulieferer (Glas- und Profilsystemlieferanten, Sonnenschutzhersteller etc.) und Fassadenplaner zusammen mit ausgewählten Architekten und Bauherren hinsichtlich ihrer persönlichen Wahrnehmung befragt: Wo liegen aus der Sicht der jeweils betroffenen Beeinflusser die spezifischen Chancen, Risiken und Grenzen im Zusammenhang mit gebäudeintegrierten Solarsystemen.
- In einer parallel dazu durchgeführten **Markterhebungsphase** wird das Potenzial ergründet. Auf der Basis von vorliegenden Zahlen (Immobilienpiegel Schweiz mit genauen Daten über alle Immobilienprojekte u.a.) über bestehende, geplante und im Bau befindliche Fassadenflächen soll versucht werden, das orientierungsabhängige Potenzial abzuschätzen: wie viele Fassaden sind süd-, südost- oder südwestorientiert, wie gross sind die Dachflächen (Neubau und Sanierung).
- In einer dritten Phase wird ein **Handbuch und Argumentarium** für das Zielpublikum Bauherren, Investoren und Planer in Form einer Solarstrom-Planungshilfe für den Fassadenbauer erarbeitet (CD-Rom mit FAQ).
- In einer vierten **Pilotphase** werden Entwicklungslinien für PV-Projekte in Gebäudehüllen angedacht und skizziert. Gesucht, generiert und gefördert werden in dieser Phase mindestens 2 typische Pilotprojekte in der Schweiz, an welchen die erkannten Chancen festgemacht und mentale, ökonomische oder konstruktive Hürden überwunden werden.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Teilprojekt 1 "Informationsbeschaffung/Analyse".

Das interdisziplinäre Projektteam hat einen Raster zur Gebäudehüllen- Typisierung und einen Kriterienkatalog zur Beurteilung von BIPV erarbeitet sowie verschiedene BIPV -Realisierungen vor Ort analysiert. Dies führte zusammen mit vertiefenden Gesprächen unter den GISS-Partnern zu folgenden, in einem ersten Zwischenbericht zusammengefassten Erkenntnissen:

- Photovoltaische Bauelemente lassen sich ohne Probleme durch den Fassadenbauer montieren. Trotzdem zeigt die Branche eine ausgeprägte Zurückhaltung gegenüber der Photovoltaik. Gründe dafür mögen die geringe Marktpräsenz, fehlende Standardisierung sowie der kleine Bekanntheitsgrad dieser Technologie und ihrer vermuteten Chancen bzw. Risiken sein. Zur Überwindung seiner zumeist diffusen Ängste braucht der Fassadenbauer Information, zusätzliche Arbeitshilfen z.B. für die Submissionsbearbeitung und die Gewissheit, dass funktionstaugliche Photovoltaik von ihm ohne "Fussfallen" in den Wertschöpfungsprozess integriert werden kann.
- Der technische Dialog zwischen Fassadenbauern und "Photovoltaikern" muss vereinfacht und etabliert werden. Noch sprechen die Fachgebiete unterschiedliche Sprachen. Fassadenbauer brauchen neben dem persönlichen Engagement eine Grundschulung in Photovoltaik.
- Entscheidend für die Zukunft der BIPV ist eine zunehmende Zahl von PV- Bauvorhaben. Eine wachsende Zahl von Akteuren (Bauherr, Architekt, GU/TU, Bauphysiker, Lichtplaner, Elektroplaner, Facility Manager usw.) beeinflussen die Entscheidungsfindung. Diesen Akteuren gegenüber befindet sich der Fassaden- bauer und seine Planer nach wie vor in einer traditionell eher "passiven Rolle". Umso wichtiger ist dabei neben der Motivation von Bauherrn und Architekten die eigene Einstellung des Fassadenbauers. Alle Akteure, die zur Marktausweitung aktiv etwas beitragen wollen, müssen die Schlüsselantworten auf die entscheidenden Fragen der PV-Bauintegration kennen und die Argumente dafür überzeugend darlegen können.
- Zur Abwicklung eines konkreten Bauvorhabens sind verschiedene Organisationsformen und Ablaufschemata gebräuchlich. Der Zwischenbericht behandelt im Speziellen die Schnittstellen und die Arbeitsteilung Fassadenplaner/PV -Fachplaner sowie Fassaden- und PV-Unternehmer und deren Einbindung in die Bauorganisation.
- Multifunktionale, integrale Haustechnik-Konzepte mit photovoltaischer Stromproduktion verfügen in Verbindung mit Fassadentechnik über ein hohes Innovationspotential. Zusammen mit der ausgewiesenen Zuverlässigkeit und Langlebigkeit von PV -Systemen öffnet sich mit BIPV ein neues Betätigungsfeld, in dem die Schweiz schon einmal Weltleader war. Die jährlichen Steigerungsraten des globalen PV -Marktes beweisen den Boom und ermutigen, in diese zukunftssichere Technik zu investieren.

Vor genau 30 Jahren stand die Fassadenbranche nach dem ersten Erdölchock schon einmal an der Schwelle zu einem "fassadentechnologischen Quantensprung": Es existierten weder thermisch getrennte Fassadenprofile im Metallfassadenbau, noch die heute bekannten Low-E-Beschichtungen und Gasfüllungen von Wärmeschutzgläsern. In einer denkwürdigen technologischen Aufholjagd ist es der Fassadenbranche gelungen, mit bahnbrechenden Innovationen bei der Verminderung der Wärmeverluste Produkte bereit zu stellen, welche ihr eine starke Position beim Bau von langfristig wärmedämmenden Gebäudehüllen nicht nur gesichert hat, sondern deren Stellung und Akzeptanz im internationalen Fassadenmarkt sogar erheblich ausgeweitet hat. Vor einem ähnlichen "challenge" steht die ganze Branche heute, geht es doch nicht mehr nur darum, die Verluste zu minimieren, sondern im solaren Jahrtausend auch die Gewinne zu maximieren. Dem Mutigen und Innovativen wird hier wie damals die Zukunft gehören.

Teilprojekt 2 "Befragung".

Abgestützt auf die Ergebnisse des Teilprojektes 1 wurde in Zusammenarbeit mit der Hochschule für Architektur und Technik, Horw LU, ein Fragebogen entwickelt.

Mit diesem sollen aus der Sicht der jeweils betroffenen Beeinflusser die spezifischen Chancen, Risiken und Grenzen im Zusammenhang mit gebäudeintegrierten Solarsystemen eruiert werden.

Aus den eingegangenen Antworten lassen sich drei schwergewichtige Bedürfnisse feststellen:

- Argumente für GISS sind völlig unbekannt
- Ein effizienter Zugriff auf vorhandene Informationen und Hilfsmittel mangelt
- Die Projektorganisation ist nicht kundengerecht, es sollten funktionierende Teams mit klar geregelten Verantwortlichkeiten gebildet werden

Die Themenschwerpunkte aus der Befragung lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Es ist erstaunlich, dass 48 % der Antwortenden doch regelmässig Anfragen erhalten und 4 Firmen (2 Fassadenbauer und 2 Fassadenplaner) sogar deren 3 und mehr pro Monat. Die Mehrheit der Antwortenden (90 %) hat in den letzten 2 Jahren kein Projekt ausgeführt.

Offenbar ist in mehreren Projekten die Integration von PV als Idee aufgetaucht, aber nicht realisiert worden.

Die dafür verantwortlichen „Killerargumente“ sind hauptsächlich:

- Mangelnde Finanzierbarkeit
- Effizienz/Wirkungsgrad
- Mangelnde Information und technische Grundlagen

Die weiteren Teilprojekte sollten sich auf die Ergebnisse der Befragung abstützen.

Ermutigend zu lesen ist, dass 74 % der Antwortenden sich über eine Anfrage freuen würden und dies als Chance betrachten. So gesehen haben wir die Haltung der Fassadenbauer gegenüber GISS Projekten vielleicht etwas gar negativ beurteilt.

Die Wünsche für die notwendigen Hilfsmittel drehen sich meist um folgende Themenkreise:

- Die technischen Besonderheiten sind klar darzustellen zusammen mit den dazugehörigen Schnittstellen. Vor allem die Schnittstelle Elektrotechnik zu Fassadenbau sollte gut beleuchtet werden.
- Für das Berechnen von Angebotspreisen wird eine Checkliste gewünscht, so dass die Angebote auf Vollständigkeit überprüft werden können. Eine Auflistung der Solarstrom - Systemanbieter wäre ebenfalls hilfreich.
- Weiter würde eine gute Darstellung von Lebensdauer sowie von Unterhalts- und Wartungskosten vielen weiterhelfen.

Bei der Frage nach dem Argumentarium tritt zu Tage, dass nicht bekannt ist, was es für Argumente für GISS wirklich gibt. Das kann daher kommen, dass Entscheide über den Einsatz von GISS meist weit im Vorfeld gefällt werden und Fassadenbauer oder Planer kaum einbezogen werden. Vor allem bekannt und beliebt gemacht werden könnte der Mehrfachnutzen von schon vorgesehenen Baukomponenten.

Die weiteren Teilprojekte stützen sich auf die Ergebnisse der Befragung ab.

Teilprojekt 3 "Markterhebung".

Aufgrund der Ergebnisse des Teilprojektes 1, von Marktanalysen Wüest + Partner über das Potenzial von Fassaden in Neubau und Erneuerung und weiterer Untersuchungen wurde ein Modell für Potenzialabschätzungen erstellt. Dabei werden die Fassadenflächen nach Gebäudehüllentypen unterschieden, für PV optimal orientierte Flächen abgeschätzt und daraus Potenziale in Flächen, PV-Leistung und Erträge eruiert.

Zusammenfassend sind folgende Ergebnisse zu beachten:

- Der Markt für anspruchsvolle Metall- und Glasfassaden wird in der Schweiz in 5 Klassen (Gebäudehüllentypisierungen) dargestellt. Klasse 1, 2, 3a, 3b, 3c (Vergleiche Seiten 7f. im Bericht Teilprojekt 1 sowie Figur 1, Seite 5 im Bericht Teilprojekt 3)
- In den Jahren 1996 – 2003 wurden in der Schweiz Neubau-Objekte mit optimal für die Photovoltaik geeigneten Flächen von rund 0.5 Mio. m² **nicht** realisiert. Dieses Flächenangebot ist im Vergleich zur effektiv realisierten Photovoltaik-Modulfläche aller Anwendungen von 136'000 m² in der gleichen Zeitperiode rund vier Mal grösser, also bedeutend.
- Zukünftige Neubauprojekte, 2004 – 2008, enthalten wiederum bedeutende Flächenangebote für optimale Photovoltaik-Anwendungen in Fassaden vor allem der Gebäudehüllentypen 2 (einfache Vorhängekonstruktion) und 3b (Vorhangfassaden für erhöhte Ansprüche). Erwartet wird ein Flächenangebot von ca. 0.3 Mio. m².
- Zusätzlich beträgt das Flächenpotential im Sanierungsbereich für 2004 – 2008 weitere 0.11 Mio. m². Dies vor allem für die Gebäudehüllentypen der Klasse 1 (Fenster- und Brüstungsverkleidungen), 2 (einfache Vorhängekonstruktionen) und 3a (Vorhängefassaden erhöhte Ansprüche, Serien).
- Das 2004 – 2008 erwartete Neubau- und Erneuerungspotential zusammen beträgt jährlich etwa 82'000 m² und entspricht einer jährlich installierbaren PV-Leistung von etwa 8 MW. Das ist immerhin vier Mal mehr als der im Moment stagnierende Schweizer Markt mit etwa 2 MW jährlich.
- In den 5 Jahren 2004 – 2008 wären demnach fünfmal 8 MW, total 40 MW, Photovoltaik an idealen Standorten integriert in Fassaden in der Schweiz realisierbar. Das ist ein bedeutendes Anwendungspotential im Vergleich zu den 21 MW (davon Netzverbund 17.9 MW Ende 2003) in der Schweiz bestehenden Photovoltaik-Anlagen.
- Die jährlichen 8 MW jährlich würden bei der Fenster- und Fassadenindustrie einen Umsatz von etwa CHF 64 Mio. bedeuten. Davon entfallen überschlagsmässig etwa CHF 20 Mio. auf die Fassadenanteile und CHF 44 Mio. auf den Teil Photovoltaik

Teilprojekt 4 "Handbuch/Argumentarium"

Die dritte Phase beabsichtigte, ein **Handbuch und Argumentarium** für das Zielpublikum Bauherren, Investoren und Planer in Form einer Solarstrom-Planungshilfe für den Fassadenbauer zu erarbeiten (CD-Rom mit FAQ).

Aufgrund der vorgängigen Projektphasen wurde festgestellt, dass die Arbeit in einer sehr frühen Planungsphase Wirkung erzeugen muss, die Bedürfnisse lassen sich kurz wie folgt definieren:

- Architekt will gestalterische Lösungen
gute Objektbeispiele
- Bauherr will klare Verantwortlichkeiten
und klare Gewährleistung
- Fassadenplaner braucht Grundkenntnisse, um in frühen
Projektphasen ohne Solarspezialisten
bestehen zu können
- Fassadenbauer braucht verständliche Ausschreibungen
will Systemsicherheit

In Verfeinerung der ursprünglichen Projektbeschreibung wurden folgende Ziele für das TP 4 festgelegt:

- Vermittlung solares Grundwissen (Survival Kit)
- „Tool Box“ PV ja oder nein, Integrationskriterien, Eignungskriterien
- Einfache Leistungsausschreibung
- Effizienter Zugriff auf Anbieteradressen und Produktdaten

Dazu wurden Lernziele und Methoden definiert. Um die erkannten Informationsbedürfnisse möglichst vielseitig erfüllen zu können, wurde beschlossen, auf der Homepage der SZFF ein Informationsportal „Solarstrom-Fassaden“ zu veröffentlichen, welches alle notwendigen Informationen resp. Links zu vorhandenen Informationen möglichst einfach und effizient zur Verfügung hält.

Diese Internetinformationen sind aufbereitet und wurden im Rahmen der Swissbau 2005 in der Sonderschau „Smartpowerhouse“ einem interessierten Publikum vorgestellt. Nach definitiver Bereinigung wurde das Portal im Frühjahr 2005 auf

www.solarfassaden.ch und

www.szff.ch > Solarstrom-Fassaden

öffentlich zugänglich gemacht.

Teilprojekt 5 "Pilotphase".

Die vierte Projektphase, die **Pilotphase** beabsichtigte, Entwicklungslinien für PV-Projekte in Gebäudehüllen anzudeuten und zu skizzieren. Gesucht, generiert und gefördert werden sollten in dieser Phase mindestens 2 typische Pilotprojekte in der Schweiz, an welchen die erkannten Chancen festgemacht und mentale, ökonomische oder konstruktive Hürden überwunden werden können.

Da während der Laufzeit dieses Forschungsprojektes einerseits verschiedene Projekte durch GISS-Mitglieder direkt in die Tat umgesetzt werden konnten, andererseits die nationale Fördermittelbereitstellung zu Gunsten der PV-Forschungsförderung in Folge des parlamentarischen und bundesrätlichen Spardruckes tendenziell stark abnimmt, wird die Optik zur Identifikation möglicher Handlungsfelder aufgeweitet: es kann - ja es muss - für die nationale photovoltaische Empfindlichkeit im Allgemeinen und die Marktpositionierung der Schweizer Fassadenbranche im Speziellen beschreibbare Entwicklungslinien geben, welche die Förderung der PV-Integration auch unabhängig von mehr oder weniger permanenten Schwächeanfällen bezüglich Finanzkraft des Bundes oder ungenügenden Einspeisevergütungen der Elektrizitätswerke vom Fleck bringen.

Statt das Risiko einer frustrierenden Beschreibung möglicher technologischer Folge- und P+D-Projekte einzugehen - „mission impossible“ angesichts inexisterter Bundesfördermittel – wird ein bunter Strauss an Möglichkeiten formuliert, dank welchem der fassadenintegrierte PV-Markt insgesamt multiple gesamtgesellschaftliche, technologische und politische Impulsen erfahren könnte, dies sind insbesondere folgende Themen:

- *Entwicklungslinien und Einflussfelder*
Es dürfte nicht genügen, auf das im Teilprojekt 3 umschriebene Potenzial von 40 MW durch PV-Leistung auf geeigneten Flächen in den nächsten 5 Jahren zu hoffen und im übrigen Preissenkungseffekte durch boomende „economy of scale“ im PV-Markt abzuwarten. Vielmehr drängen sich für die Bereiche PV-Lobby und Industrie, Nutzensteigerung, Marktrelevanz, Grundwissen und Schulung, Förderung und Anreizsysteme, Total life cycle costs, Information und PR sowie Technologie eigenständige Überlegungen auf.
- *Rentabilität und total life cycle costs*
Bis es auch in der Schweiz so weit ist, dass atomar-fossile Stromerzeugung ökonomisch gegenüber Stromerzeugung aus neuen erneuerbaren Energien wirtschaftlich gesehen deutlicher abfällt, sollten einerseits mit umfassenden Kosten-Nutzen-Analysen über alle Lebenszyklusphasen bei steigenden Energiepreisen die längerfristigen Vorteile auch der Photovoltaik besser begründet werden. Andererseits ist auf politischem Wege der Tendenz unserer Schweizer EW's zu begegnen, Strompreisverbilligungen in der Folge von Produktionsausweitungen und besseren Handelsmargen an Grosskunden weiterzugeben und damit die Spanne gegenüber den Gestehungskosten bei regenerativer Stromerzeugung zu vergrössern: anstatt diese – wie in Europa jetzt eintretend – zu verkleinern.
- *Marktpotenzial*
Nachdem für die klassischen Vorhängefassaden mit erhöhten Ansprüchen (z.B. Pfosten-Riegel-Konstruktionen, Elementfassaden, Verbundfensterkonstruktionen etc.) bereits verschiedene Anbieterlösungen von Systemherstellern bestehen oder derzeit entwickelt werden (Beispiel: SWISSBAU Sonderschau Smart Powerhouse 2005), müssten Schweizer Pilotprojekte idealerweise die Breitenanwendung bei Fenster- und Brüstungsverkleidungen und einfachen Vorhängekonstruktionen fördern und dabei das Marktpotenzial sicht- und erfahrbar machen.
- *Nutzwerterkennung*
In geeigneten Pilotprojekten sind die integralen Aspekte zu verifizieren, welche in die Gebäudehülle integrierte PV-Anlage für ein Objekt nach sich ziehen. Dazu gehören nicht nur die sektoriell energetische Betrachtungsweise sondern zwingend auch der Effekt auf Architektur, Lichtstimmung, Sonnenschutz, künstlerische, fassadenbautechnische oder handwerkliche Gestaltung der Gebäudetektonik – neben dem erreichbaren Komfort sowie der Nutzerakzeptanz und der kumulierten Effekte auf Stromversorgungsnetz und Umwelt.
- *Grundwissen, Schulung*
In der Schweiz dürfte es nicht mehr genügen, Fachwissen über PV in schlauen Ordnern, CD's, Büchern oder Websites anzuhäufen, ohne für stetig wachsenden Bedarf an Solarfachkräften eine praxisnahe Ausbildung anzubieten. Hier könnte die SZFF gemeinsam mit weiteren Partnern aus Industrie und Bildungsinstitutionen (z.B. Fachhochschule Zentralschweiz und Nordwestschweiz)

Ausbildungslehrgänge für „Solarteure“ auf die Beine stellen. Ziel wäre es, Fachkräfte im Kontext der bereits angebotenen Disziplinen (in Luzern Architektur, Bauingenieur, Bauphysik, Haustechnik, Fassadentechnik in Basel Energietechnik) auszubilden, welche Solar- bzw. Photovoltaikanlagen nicht nur planen und bauen, sondern auch korrekt zu berechnen und warten wissen.

- *Lobby und Industrie*

In der Schweiz scheint der Wille für dezentrale Stromerzeugung am Wachsen. Noch alimentiert sich dieser primär durch die Erkenntnis, dass die in der Schweiz begrenzten Erzeugungs- und Übertragungskapazitäten über kurz oder lang die Versorgungssicherheit im Binnenmarkt gefährden könnte. Dazu setzen die an den Hebeln der Macht und an den Schaltstellen der Energiewirtschaft sitzenden Strombarone mit ihrer prioritär grosstechnologischen und atomar-fossilen Ausrichtung im Ausland die in der Schweiz erwirtschaftete Finanzmittel im ganz grossen Stil ein (EGL). Es müsste möglich sein, über entsprechende Lobbyarbeit mit derselben Logik eine nachhaltige Netzstabilisierung für den Schweizer Markt mit hier angesiedelten PV-Pilotprojekten zu erreichen, Fonds zu alimentieren und Träger zu nominieren.

- *Förderung, Anreize*

Weder mit Bundesgeld noch mit den Beiträgen von Kantonen ist im Moment in der Schweiz „Staat“ zu machen. Darum sind neuartige Trägerschaften, Finanzierungsquellen und Anlagestrategien zu entwickeln. Hiezu kommen Solarstrombörsen, Netzbetreiber, Banken, Umweltverbände, Contractors etc.) ebenso in Frage, wie geförderte Imagekampagnen etwa im Stil von „SolarLokal“ in Deutschland. Der erstaunliche Wachstumsschub bei den erneuerbaren Energien braucht neben der kostendeckenden Vergütung weder komplizierte staatliche Subventionsprogramme noch Steuermittel. Es genügen verursachergerechte und Investitionsfördernde wirtschaftliche Rahmenbedingungen für die technologische und ökonomische Entwicklung in Kombination mit einem degressiven Ansatz der Einspeisevergütung für Neuanlagen.

Bewertung

- Die ursprüngliche Zielsetzung, Barrieren und Verhinderer von GISS zu erkennen, ist sicher gelungen. Klar definiert wurden Schnittstellenprobleme und Informationsbedürfnisse der PV- und Fassadenbranche. Das Potenzial für GISS ist differenziert untersucht und nachgewiesen. Die nötigen Hilfsmittel und Informationstools sind erarbeitet und zur Verfügung gestellt.
- Deutlich verschlechtert haben sich die Rahmenbedingungen politischer und wirtschaftlicher Art während der Projektdauer. Hier hat das Projekt keine Einflussmöglichkeiten zur Verbesserung.
- Es ist noch offen, wie aus diesem Projekt weiterführende Aktivitäten kontinuierlich erhalten werden können. Die bisherigen Beanspruchungen des Projektteams zeigen, dass hier Grenzen erreicht wurden.
- Ob ein Verband wie die SZFF, allenfalls in Zusammenarbeit mit anderen Organisationen, ein Follow up garantieren kann, ist angesichts der knappen verfügbaren Mittel im Moment eher fraglich.

(Diese Arbeit ist im Auftrag des Bundesamtes für Energie entstanden. Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor des Berichtes verantwortlich.)

Schlussbericht PV 100141, 150173 / Dietikon, Dezember 2005

GISS Gebäude-Integrierte Solarstrom-Systeme

(Building Integrated Photovoltaic BIPV)

Teilprojekt 1 **Informationsbeschaffung/Analyse**

Teilprojekt 1: Informationsbeschaffung/Analyse

220 266.01.10

7.11.2003



Schweizerische Zentrale für Fenster und Fassaden
Ein P+D-Projekt des Bundesamtes für Energie BFE

GISS Gebäude-Integrierte Solarstrom-Systeme

Einleitung

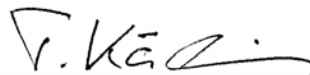
Kontakt

Toni Kälin
Hardturmstrasse 161, Postfach
CH-8037 Zürich/Schweiz
Tel. +41 1 355 55 55
Fax +41 1 355 55 56

Electrowatt Infra AG



Peter Häberli
Leiter Abt. Projektmanagement



Toni Kälin
Projektleiter

Die Verantwortung für die Abwicklung des GISS-Teilprojekts 1 ‚Informationsbeschaffung/Analyse‘ wurde Electrowatt Infra AG EWI übertragen. Das Teilprojekt mit seinem interdisziplinären Charakter wurde im Teamwork aller Mitglieder des GISS-Teams ‚Analyse‘ bearbeitet. Wir danken allen Mitgliedern für ihre wertvolle, engagierte Mitarbeit.

Die Namen und Adressen der Mitglieder des Fachteams ‚Analyse‘ sind unter 3.4 aufgeführt.

Titelbild: Shadovoltaic[®]-Anlage des Städt. Betriebsgebäudes, Untere Vogelsangstr. 11, Winterthur
(Bild: Theo Hotz AG)

Zusammenfassung

Die Schweizerische Zentrale für Fenster und Fassaden SZFF führt im Auftrag des Bundesamtes für Energie BFE das P+D-Projekt GISS Gebäude-Integrierte Solarstrom-Systeme durch, damit in der Fassadenbranche Hindernisse und Hürden identifiziert und abgebaut werden, welche die Planung und Realisierung von Gebäude-integrierten Photovoltaik-Anlagen (BIPV Building Integrated PhotoVoltaics) bisher behinderten.

Der vorliegende Bericht behandelt das GISS-Teilprojekt 1 „Informationsbeschaffung/Analyse“. Ein interdisziplinäres Team von Fachleuten hat einen Raster zur Gebäudehüllen-Typisierung und einen Kriterienkatalog zur Beurteilung von BIPV erarbeitet sowie verschiedene BIPV-Realisierungen vor Ort analysiert. Dies führte zusammen mit vertiefenden Gesprächen unter den GISS-Partnern zu folgenden Erkenntnissen:

- Photovoltaischen Bauelemente lassen sich ohne Probleme durch den Fassadenbauer montieren. Trotzdem zeigt die Branche eine ausgeprägte Zurückhaltung gegenüber der Photovoltaik. Gründe dafür mögen die geringe Marktpresenz, fehlende Standardisierung sowie der kleine Bekanntheitsgrad dieser Technologie und ihrer vermuteten Chancen bzw. Risiken sein. Zur Überwindung seiner zumeist diffusen Ängste braucht der Fassadenbauer Information, zusätzliche Arbeitshilfen z.B. für die Submissionsbearbeitung und die Gewissheit, dass funktionstaugliche Photovoltaik von ihm ohne „Fussfallen“ in den Wertschöpfungsprozess integriert werden kann.
- Der technische Dialog zwischen Fassadenbauern und „Photovoltaikern“ muss vereinfacht und etabliert werden. Noch sprechen die Fachgebiete unterschiedliche Sprachen. Fassadenbauer brauchen neben dem persönlichen Engagement eine Grundschulung in Photovoltaik.
- Entscheidend für die Zukunft der BIPV ist eine zunehmende Zahl von PV-Bauvorhaben. Eine wachsende Zahl von Akteuren (Bauherr, Architekt, GU/TU, Bauphysiker, Lichtplaner, Elektroplaner, Facility Manager usw.) beeinflussen die Entscheidungsfindung. Diesen Akteuren gegenüber befindet sich der Fassadenbauer und seine Planer nach wie vor in einer traditionell eher „passiven Rolle“. Umso wichtiger ist dabei neben der Motivation von Bauherren und Architekten die eigene Einstellung des Fassadenbauers. Ein chinesisches Sprichwort besagt: „Wenn der Wind des Wandels weht, bauen die einen Mauern und die andern Windmühlen“. Die Façadiers werden sich klar werden müssen, ob sie sich zu den Mauerbauern zählen wollen oder nicht. Alle Akteure, die zur Marktausweitung aktiv etwas beitragen wollen, müssen die Schlüsselantworten auf die entscheidenden Fragen der PV-Bauintegration kennen und die Argumente dafür überzeugend darlegen können.
- Zur Abwicklung eines konkreten Bauvorhabens sind verschiedene Organisationsformen und Ablaufschemata gebräuchlich. Der Bericht behandelt im Speziellen die Schnittstellen und die Arbeitsteilung Fassadenplaner/PV-Fachplaner

sowie Fassaden- und PV-Unternehmer und deren Einbindung in die Bauorganisation.

- Multifunktionale, integrale Haustechnik-Konzepte mit photovoltaischer Stromproduktion verfügen in Verbindung mit Fassadentechnik über ein hohes Innovationspotential. Zusammen mit der ausgewiesenen Zuverlässigkeit und Langlebigkeit von PV-Systemen öffnet sich mit BIPV ein neues Betätigungsfeld, in dem die Schweiz schon einmal Weltleader war. Die jährlichen Steigerungsraten des globalen PV-Marktes beweisen den Boom und ermutigen, in diese zukunftssichere Technik zu investieren.

Vor genau 30 Jahren stand die Fassadenbranche nach dem ersten Erdölshock schon einmal an der Schwelle zu einem „fassadentechnologischen Quantensprung“: Es existierten weder thermisch getrennte Fassadenprofile im Metallfassadenbau, noch die heute bekannten Low-E-Beschichtungen und Gasfüllungen von Wärmeschutzgläsern. In einer denkwürdigen technologischen Aufholjagd ist es der Fassadenbranche gelungen, mit bahnbrechenden Innovationen bei der Verminderung der Wärmeverluste Produkte bereit zu stellen, welche ihr eine starke Position beim Bau von langfristig wärmedämmenden Gebäudehüllen nicht nur gesichert hat, sondern deren Stellung und Akzeptanz im internationalen Fassadenmarkt sogar erheblich ausgeweitet hat. Vor einem ähnlichen „challenge“ steht die ganze Branche heute, geht es doch nicht mehr nur darum, die Verluste zu minimieren, sondern im solaren Jahrtausend auch die Gewinne zu maximieren. Dem Mutigen und Innovativen wird hier wie damals die Zukunft gehören.

Inhalt

	ZUSAMMENFASSUNG	Vorseiten
1	EINLEITUNG	2
2	FOKUSSIERUNG VON GISS	2
3	DAS TEILPROJEKT 1 'INFORMATIONSBESCHAFFUNG'	3
3.1	Aufgabenstellung	3
3.2	Arbeitsschritte des Teilprojekts 1	4
3.3	Vorgehensweise und Terminplan	4
3.4	Das GISS-Team ,Informationsbeschaffung'	5
4	TYPISIERUNG VON BIPV	6
4.1	Wahl der Gebäudehüllen-Typisierung	6
4.2	BIPV-Beispiele, geordnet nach der GISS-Typisierung	8
4.3	Literatur zum Thema BIPV	14
5	KRITERIEN DER ANALYSE	14
6	SYNTHESE	18
6.1	Der „PV-Turm zu Babel“	18
6.2	Fassadenbranche: Bauelemente mit und ohne Solarzellen	18
6.3	Standardisierung: Design-Einschränkung oder Förderungshilfe	20
6.4	Fassadenbranche: Die Einbindung der PV in die Gebäudehüllenplanung	21
6.5	Marktöffnung: Die Kraft der guten Argumente	24
6.6	PV und Minergie	25
6.7	Solarstrombörsen: ‚Fassaden‘-Strom und ‚naturemade‘-Label	26
6.8	Zukunftssichere Photovoltaik	27

1 EINLEITUNG

Das Bundesamt für Energie BFE hat der Schweizerischen Zentrale für Fenster und Fassaden SZFF den Auftrag erteilt, das P+D-Projekt GISS (Gebäude-Integrierte Solarstrom-Systeme) abzuwickeln.

Dieses durch mehrere Träger breit abgestützte Forschungsprojekt hat folgende Zielsetzungen:

- Grundlagenerarbeitung bezüglich des vorhandenen Potenzials von BIPV (jährliches geeignetes Bau- und Investitionsvolumen)
- Abbau von technischen Hindernissen und mentalen Hürden zwischen Fassadenbauern und Solarspezialisten
- Abbau von Informationsmängeln im Markt bei Bauherren, Investoren und Planern
- Generierung von BIPV-Projekten für den Neu- und Umbaubereich
- Erhöhung der technologischen Fachkompetenz der SZFF-Mitglieder im Umgang mit Solar-Komponenten in Gebäudehüllen

Das Projekt GISS wird in mehreren Phasen (Teilprojekten TP) abgewickelt:

1. Informationsphase
2. Befragungsphase
3. Markterhebungsphase
4. Handbuch und Argumentarium
5. Pilotphase

Dieser Bericht fasst die Erkenntnisse aus TP 1 ‚Informationsphase‘ zusammen.

2 FOKUSSIERUNG VON GISS

Es war ein Bedürfnis des Teams ‚Informationsbeschaffung‘ sich mit den Grundlagen und Zielsetzungen des P+D-Projekts GISS in mehreren Diskussionen auseinander zu setzen:

Als Leitgedanke von GISS gilt:

In „schlau“ (smart) eingesetzter Photovoltaik am Bau wird nicht in erster Linie eine Stromproduktionsanlage gesehen, sondern ein Mehrwert an Energieeffizienz, Benutzerkomfort und zeitgemässer corporate identity der Architektur im solaren Jahrtausend.

Fokussierung von GISS:

- GISS schafft die Hilfsmittel für den Façadier, um mit 'üblichem' Aufwand Fassaden mit Photovoltaik zu planen, Submissionen mit bauintegrierter PV zu bearbeiten und Aufträge von PV-Fassaden abzuwickeln, dies mit dem Ziel, mit Photovoltaik-Elementen in der Gebäudehülle andere Baumaterialien oder Komponenten zu substituieren..
- GISS erarbeitet Strategien, um für den Façadier die Unternehmerrisiken und die Schnittstellen-Bearbeitung bei PV-Einbezug transparent und beherrschbar zu machen.
- GISS bereitet die Schnittstellen vor, welche die ‚smarte‘ Einbindung von PV in ein optimiertes Gesamtenergiekonzept ermöglichen und unterstützen.
- GISS könnte Anstöße zu einer Einbindung von PV in den Minergie-Standard und in solare Direktgewinnhäuser schaffen und dabei die Lancierung von „smart power houses“ initiieren.

Mit den Erkenntnissen aus GISS muss ein besseres Umfeld für die Anwendung von bauintegrierter Photovoltaik entstehen, indem die Akteure (Bauherr, GU/TU, Architekt, Fachplaner, Façadier, PV-Unternehmer und Benutzer/Betreiber) die Photovoltaik als übliches Element am Bau und als Mehrwert in Energieeffizienz und Benutzerkomfort zu verstehen beginnen.

3 DAS TEILPROJEKT 1 'INFORMATIONSBESCHAFFUNG'

3.1 Aufgabenstellung

Die Aufgabenstellung für das Teilprojekt 1 ‚Informationsbeschaffung‘ ist im Projektbeschreibung wie folgt definiert:

„In einer ersten Informationsphase werden Beispiele bereits realisierter Projekt mit gebäudeintegrierten Solarssystemen im In- und Ausland zusammengetragen (Bestandesaufnahme und Analyse von bereits realisierten BIPV-Anlagen aus ökonomischer, technischer und architektonischer Sicht; Evaluation und Ursachenanalyse mit Fokussierung auf fehlenden Wiederholungseffekt). Dabei geht es nicht etwa darum, ein weiteres Booklet über PV-Anlagen herauszugeben. Vielmehr sollen typenhaft Lösungen analysiert und durch die Brille des Fassadenbauers hinsichtlich ihres Systemansatzes und ihrer spezifischen Eignung für den standardisierten Fassadenbau kommentiert werden. Dieser Arbeitsschritt wird durch ein Team von Fachleuten durchgeführt, welche sowohl über herausragende Fachkenntnisse beim Bau von Solaranlagen verfügen, den Markt kennen, als auch mit der Fassadenbranche auf „Du“ sind und die redaktionelle Umsetzung gewährleisten können. Die Ergebnisse sollen dokumentarisch so aufbereitet werden, dass sie in einem Argumentarium beim Abschluss der Arbeit verwendet werden können.“

3.2 Arbeitsschritte des Teilprojekts 1

Die obige vorgegebene Aufgabenstellung wurde in folgenden Schritten erarbeitet:

1. Raster für Gebäudehüllen-Typisierung:

Es wurde ein Raster zur Typisierung der Gebäudehülle erarbeitet, der die Einbettung verschiedener PV-Integrationstypen ermöglicht.

Musterbeispiele von realisierten Projekten mit Gebäude-Integrierten Solarstrom-Systemen wurden zur Illustration in den Raster aufgenommen.

2. Analyse:

Eine Auswahl von realisierten BIPV-Projekten, bei denen einzelne Team-Mitglieder über Zugang zu umfassenden Informationen verfügen (Technik, Projektumfeld, aufgetretene Probleme, Bewährung in der Praxis usw.) werden typenhaft nach einem Analyseraster untersucht. Dabei sollen ökonomische, abwicklungstechnische, Produktions- und montagetechnische sowie architektonische Aspekte, aber auch die Evaluation und Ursachenanalyse mit Fokussierung auf fehlenden Wiederholungseffekt untersucht werden.

3. Synthese: Die Erkenntnisse aus der Analyse werden fokussiert, so dass aus der Sicht des Fassadenbauers Vorzüge und Mängel aufgezeigt werden. Kriterien sind u.a. der Systemansatz und die spezifische Eignung für den standardisierten Fassadenbau. Die Ergebnisse sollen dokumentarisch so aufbereitet werden, dass sie in einem Argumentarium beim Abschluss der Arbeit verwendet werden können.

3.3 Vorgehensweise und Terminplan

In der 1. Teamsitzung „Analyse“ vom 28. Mai 2003 wurde folgender Terminplan vereinbart:

- | | |
|-------------------------------------|---------------------|
| – Kick-off Meeting GISS | 28. Mai 2003 |
| – Erste Teamsitzung „Analyse“ | 23. Juni 2003 |
| – Raster Gebäudehülle vorbereiten | |
| – Kriterien für Analyse vorbereiten | |
| – Zweite Teamsitzung „Analyse“ | 15. Juli 2003 |
| – Rohfassung Dokument liegt vor | Ende August 2003 |
| – Dritte Teamsitzung „Analyse“ | Ende September 2003 |
| – Dokument fertig redigiert | Ende Oktober 2003 |

Der Schlusstermin konnte eingehalten werden. Der Ablauf der Teamarbeit zeigte indes, dass das Team zusätzliche Sitzungen sowie Vorort-Besichtigungen von BIPV-Objekten als notwendig erachtete und durchführte. Insgesamt fanden sechs Arbeitssitzungen statt, zwei davon waren mit Besichtigungen und Analysen von BIPV-Projekten kombiniert.

3.4 **Das GISS-Team ,Informationsbeschaffung'**

Das Team, welches das Teilprojekt ,Informationsbeschaffung/Analyse' bearbeitet hat, umfasste folgende Mitglieder:

Roland Hof

Präsident Technische Kommission SZFF
Geilinger Fenster und Fassaden AG
Werkstrasse 20, Postfach 139
8411 Winterthur

Toni Kälin

Electrowatt Infra AG
Hardturmstrasse 161, Postfach
8037 Zürich

(Verantwortung für das Teilprojekt 1
,Informationsbeschaffung/Analyse“)

Christian Meier, später vertreten durch **Roland Frei**
energiebüro ® Die Solarplaner
Limmatstrasse 230
8005 Zürich

Walter Mikesch

Colt International (Schweiz) AG
Ruessenstrasse 5
6340 Baar

Reto P. Miloni

Lichtplanung und Architektur
Hauptstrasse 20
5243 Mülligen

Thomas Nordmann

TNC Consulting AG
Seestrasse 141
8703 Erlenbach

4 TYPISIERUNG VON BIPV

4.1 Wahl der Gebäudehüllen-Typisierung

Folgende in der Literatur verwendete Typisierungen von PV-geeigneten Gebäudehüllenbereichen wurden im Team auf ihre Eignung für GISS besprochen:

- Ingo B. Hagemann “Gebäudeintegrierte Photovoltaik”, 2002
- Othmar Humm, Peter Toggweiler „Photovoltaik und Architektur“, 1993
- IEA „Photovoltaics in Buildings – A Design Handbook for Architects and Engineers“, 1996
- IEA / NOVEM “Photovoltaics in the Built Environment”, 1994
- IEA PVPS Task 7, Education & training material for architects, 2002

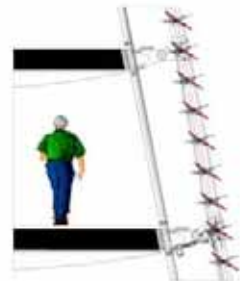
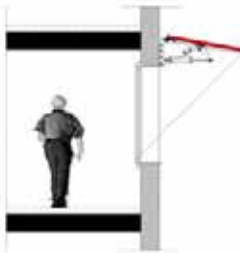
Alle diese Typisierungsansätze sind aus Sicht der Teammitglieder etwas stark PV-lastig und ungenügend auf den Façadier ausgerichtet.

In einer zweiten Bearbeitungsrunde wurden deshalb jene Unterlagen von Paul Hugentobler über die Gebäudehüllentypisierung diskutiert, die an der HTA Horw Anwendung finden und dazu wurde eine Typisierung der Schweizer Fassadenbauer auf ihre Eignung überprüft, wie sie dem Gremium durch den Vorsitzenden der Technischen Kommission der SZFF zugänglich gemacht wurde.

Diese hat einige entscheidende Vorteile:

- einfache Klassierung,
- keine „Neuerfindung“ nur für GISS; in der Fassadenbranche eingeführte Typisierung
- Es werden von Wüest & Partner zu diesen Klassen Marktzahlen erhoben.

Für Vordächer wurde noch eine neue zusätzliche Klasse 4 eingeführt.

Typenskizzen	Gebäudehüllentypen
	Klasse 1 Fenster und Brüstungsverkleidungen mit weniger als geschosshoher Fassadeneinbindung: – Lochfenster – Bandfenster
	Klasse 2 Mindestens geschosshohe Vorhangkonstruktionen: – Pfosten-Riegel- oder Element-Lösungen – auch opake Fassadenflächen Metallfassaden von Gewerbe- und Industriebauten
	Klasse 3a Vorhangfassaden für erhöhte statische oder konstruktive Ansprüche (Serien)
	Klasse 3b Vorhangfassaden für erhöhte Ansprüche und Doppelfassaden – Fassaden mit Beschattungs-Elementen – Fassaden mit Lichtlenk-Elementen – Sonderlösungen mit grossem Anteil an Einzelstücken in der Produktion
	Klasse 3c – schräge und Überkopffassaden für erhöhte Ansprüche – Glasdächer, Atrien – Oberlichter und/oder grössere Glaskuppeln
	Klasse 4 Vordächer – transluzide oder opake Bauelemente im Überkopfbereich ohne direkt klimaabschliessende Funktion

4.2 BIPV-Beispiele, geordnet nach der GISS-Typisierung

Das GISS-Team ‚Analyse‘ beschloss, auf eine Beschreibung gängiger BIPV-Objekte zu verzichten. Es existiert genügend Fachliteratur, aus der sich Interessenten vertieft über diese Projekte informieren können (siehe 6.3).

KLASSE 1

Typenskizzen	Gebäudehüllentypen
	Klasse 1 Fenster und Brüstungsverkleidungen mit weniger als geschosshoher Fassadeneinbindung: – Lochfenster – Bandfenster

Ort / Anlage	Land	Leistung	Baujahr	Bemerkungen
Industriegebäude „Windmühle“, Biel	CH	9 kW	1991	Brüstung: PV-Elemente statt Gneis-Platten
Aerni Fensterbau, Arisdorf BL	CH	53+8 kW	1991	Kl. 1+3c: PV-Brüstungselemente und Shed mit PV und thermischer Nutzung
EPFL-LRE, Lausanne	CH	2.7 kW	1994	Brüstungs-PV-Bauelemente
Solgården, Kolding	DK	90+17 kW	1997	Kl. -- + 1: Dachaufbau + Balkonbrüstungen



EPFL-LRE Lausanne
Bild: EPFL-LESO



Solgården, Kolding: Balkon
Bild: Byfornyelesselskabet Danmark

KLASSE 2

Typenskizzen	Gebäudehüllentypen
	Klasse 2 Mindestens geschosshohe Vorhangkonstruktionen: – Pfosten-Riegel- oder Element-Lösungen – auch opake Fassadenflächen Metallfassaden von Gewerbe- und Industriebauten

Ort / Anlage	Land	Leistung	Bau-jahr	Bemerkungen
Kath. Kirche, Steckborn	CH	18.6 kW	1993	Kirchturm: Vorhängekonstruktion für PV
EKZ Werk Dietikon	CH	3.2 kW	1993	Industriebau, opake Keramik-Fassade + PV
Migros Betriebsgebäude, Winterthur	CH	67 kW	1994	Fassade Betriebsgebäude
Seilbahnstation, Parpaner Rothorn	CH	4 kW	1994	Transluzide PV-Fassade
EMPA ST. Gallen	CH	49 kW	1996	Kl. 2 o. 3a: hinterlüftete Fassadenbrüstungen
Stadtmühle Zürich	CH	16 kW	1996	Metallfassade Stadtmühle
UBS Suglio	CH	36+46 kW	1997	Kl. 2+4: Fassade + Brise Soleil
Flugplatz Sitten, Kontrollturm	CH	37 kW	1997	Kl. 2+3c: Structural Glazing Fassade + opakes Glasdach
Autobahn A1, Safenwil	CH	80 kW	1998	Schallschutz Typ „Alpha 1“
Hochhaus, Bern-Wittigkofen	CH	80 kW	2001	70 m-Fassade opak: Glas/Glas-Laminate
Seilbahnstation Piz Nair, St. Moritz	CH	13.5 kW	2002	Transluzide PV-Fassade; 3030 müM
Stadtwerke Aachen	D	4.2 kW	1991	transparente Treppenhaus PV-Verglasung
Bayr. Umweltministerium, München	D	53.4 kW	1993	Kl. 2+4: PV-Vordächer + a-Si-Fassade



Seilbahn Piz Nair, St. Moritz
Bild: Pure Power St. Moritz[©]



Flugplatz Sion/Sitten: Fassade
Bild: Electrowatt Infra AG

KLASSE 3a

Typenskizzen	Gebäudehüllentypen
	Klasse 3a Vorhangfassaden für erhöhte statische oder konstruktive Ansprüche (Serien)

Ort / Anlage	Land	Leistung	Bau-jahr	Bemerkungen
Scheidegger Metallbau, Kirchberg BE	CH	18 kW	1992	Strukturierte PV-Fassade mit thermischer Zusatznutzung
EMPA ST. Gallen	CH	49 kW	1996	Kl. 2 o.3a: hinterlüftete Fassadenbrüstungen
Stadtwerke Pirmasens	D	12 kW	1991	„Solar“-Turm, senkrechte rote Ziegelplatten + PV-Elemente

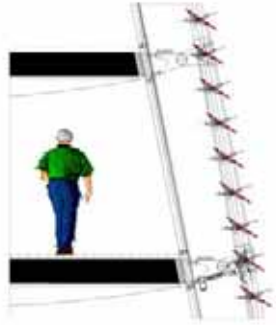


Scheidegger Metallbau, Kirchberg BE
 Bild: Scheidegger Metallbau



EMPA St. Gallen: Fassade VB
 Bild: Theo Hotz AG / EMPA

KLASSE 3b

Typenskizzen	Gebäudehüllentypen
	Klasse 3b Vorhangfassaden für erhöhte Ansprüche und Doppelfassaden – Fassaden mit Beschattungs-Elementen – Fassaden mit Lichtlenk-Elementen – Sonderlösungen mit grossem Anteil an Einzelstücken in der Produktion

Ort / Anlage	Land	Leistung	Bau-jahr	Bemerkungen
Städt. Betriebsgebäude, Winterthur	CH	47 kW	1996	Shadovoltaic
WASAG, Oberentfelden	CH	65 kW	1994	Opake Industriefassade (PV vor thermischem Solarwall) und PV-Dach des Hochregallagers
Ausbildungszentrum Gastrovereinigung, Lugano	CH	3.8 kW	1997	Shadovoltaic-Wings mit Thermohydraulik
Schule Stadelhofen Zürich	CH	11+12 kW	1999	Kl. 3b + 3c: PV-Beschattungslamellen und PV-Glasdach
Bayr. Umweltministerium, München	D	53.4 kW	1993	Kl. 2+4: PV-Vordächer + a-Si-Fassade



WASAG Bürstentechnologie, Oberentfelden
Solarwall mit PV
aus: Fassade Façade 1/96



Gastrovereinigung, Lugano: Shadovoltaic
Bild: Ernst Schweizer Metallbau AG

KLASSE 3c

Typenskizzen	Gebäudehüllentypen
	Klasse 3c – schräge und Überkopffassaden für erhöhte Ansprüchen – Glasdächer, Atrien – Oberlichter und/oder grössere Glaskuppeln

Ort / Anlage	Land	Leistung	Bau-jahr	Bemerkungen
Aerni Fensterbau, Arisdorf BL	CH	53+8 kW	1991	Kl. 2+3c: Shed mit PV und thermischer Nutzung + PV-Brüstungselemente
DEC-Gebäude, Petit-Lancy GE	CH	9.6 kW	1992	Tonnendach, geschindelte PV-Elemente
DEC-Gebäude, Petit-Lancy GE	CH	14.7 kW	1993	Pyramidendach mit Shadovoltaic-Wings
Kantonsschule Solothurn	CH	10 kW	1993	Shed: PV-Modul über 2 fach-Verglasung
Flugplatz Alpnach, Halle 1	CH	91 kW	1994/2003	Shed mit PV- und thermischer Nutzung
Bahnhof Morges VD	CH	23 kW	1995	Bahnsteig-Flachdach mit PV-Elementen
Schulhaus III, Kaselfeld, Bellach SO	CH	13 kW	1997	Oberlicht semitransparent
Autobahnwerkhof A1, Domdidier VD	CH	7 kW	1997	Oberlicht semitransparent für Fahrzeughalle
Flugplatz Sitten, Kontrollturm	CH	37 kW	1997	Kl. 2+3c: Structural Glazing Fassade + opakes Glasdach
Turnhalle Porte des Acacias, Neuchâtel	CH	10 kW	1997	PV-Beschattung von Glasdach
Centre cant. professionnel, Delsberg	CH	7 kW	1998	Flaches Oblichtband
Schule Stadelhofen Zürich	CH	11+12 kW	1999	Kl. 3b + 3c: PV-Beschattungslamellen und PV-Glasdach
MIGROS Limmatplatz, Zürich	CH	31 kW	1999	Isolierglas-PV-Dach



Flugplatz Alpnach: Sheds mit PV und Solarthermie
Bild: Electrowatt Infra AG



Turnhalle Porte des Acacias, Neuchâtel
Bild: Electrowatt Infra AG

KLASSE 4

Typenskizzen	Gebäudehüllentypen
	Klasse 4 Vordächer – transluzide oder opake Bauelemente im Überkopfbereich ohne direkt klimaabschliessende Funktion

Ort / Anlage	Land	Leistung	Bau-jahr	Bemerkungen
TENUM-Gebäude, Liestal	CH	10 kW	1990	eventl.. Kl. 3b ??; Vordachstruktur
Metron AG, Brugg	CH	16.2 kW	1993	Brises-Soleils an Fassadenlaufstegen
Bürogebäude Monthey VS	CH	2.8 kW	1993	Beschattungsvordach semitransparent
UBS Suglio	CH	36+46 kW	1997	Kl. 2+4: Fassade + Brise Soleil
Centre de retraite „Ancien stande“, Lausanne	CH	6 kW	1998	PV-Vordach auf Traufhöhe
ETH Hönggerberg HCI	CH	203 kW	2000 +2003	Vordach
Dock Midfield Flughafen Zürich	CH	290 kW	2002	Beschattungslamellen



ETH Hönggerberg, HCI, Zürich
Bild: Electrowatt Infra AG

Metron AG, Brugg
Bild: Solution AG

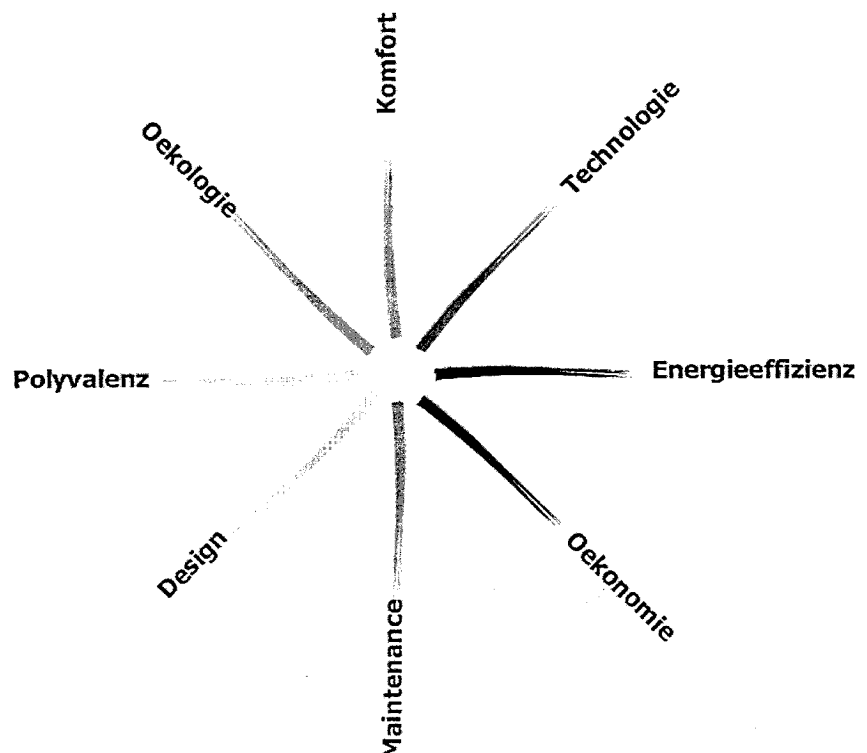
4.3 Literatur zum Thema BIPV

Im Rahmen des GISS-Teilprojekts ‚Informationsbeschaffung‘ wurde u.a. auf folgende Literatur zum Thema BIPV zugegriffen:

- Ingo B. Hagemann “Gebäudeintegrierte Photovoltaik”, 2002
- Othmar Humm, Peter Toggweiler „Photovoltaik und Architektur“, 1993
- IEA „Photovoltaics in Buildings – A Design Handbook for Architects and Engineers“, 1996
- IEA / NOVEM “Photovoltaics in the Built Environment”, 1994
- IEA PVPS Task 7, Education & training material for architects, 2002
- Astrid Schneider (Hrsg.) und Focus Film, „Solararchitektur für Europa“, Birkhäuser 1996
- Annick Lalive d’Epinay, Wolf Körner, Peter Toggweiler, Peter Graf: Photovoltaik Schulung, Band 2 „Solarstrom aus Fassaden“ Solarspectrum VWEW Energieverlag GmbH, Reihe Energie aus der Sonne, D-60326 Frankfurt, 2002

5 KRITERIEN DER ANALYSE

Das GISS-Team ‚Analyse‘ hat einen Analysenraster zusammengestellt, der es erlaubt realisierte BIPV-Projekten typenhaft zu untersuchen. Dabei sollen ökonomische, abwicklungs-technische, produktions- und montage-technische sowie architektonische Aspekte, aber auch die Evaluation und Ursachenanalyse mit Fokussierung auf fehlenden Wiederholungseffekt untersucht werden.



Wie vielfältig diese Beurteilungskriterien sind, zeigt der als Diskussionsbasis benutzte Kriterienstern.

Die verschiedenen Kriterien sind unter sich in den meisten Fällen zielwidersprüchlich; das Streben nach maximaler Ökologie muss nicht gleichzeitig zu besserer Ökonomie führen (und vice versa). Individuelles Design des Architekten muss nicht mit gängiger Systemtechnologie einhergehen.

Daraus folgt, dass GISS für unterschiedliche Standorte, Nutzungen, Objekte und Orientierungen noch zutiefst prototypisch ist und sich das „PV customizing“ in den meisten Fällen (leider) nicht umgehen lässt.

Kommentare zu den aufgeführten Kriterien der gebäudeintegrierten Photovoltaik:

Komfort:	In weitester Sicht kann die PV zur Komforterhöhung beitragen
Technologie:	Neuer spannender und sehr interessanter Einsatz
Energieeffizienz:	Speziell in Verbindung mit energie-effizientem Einsatz und Nutzen von elektrischen Energieverbrauchern
Maintenance:	Wird durch die PV teilweise erhöht
Design:	Architekt erhält durch PV neue Design-Tools
Ökonomie:	Meist teure massgeschneiderte P.V. Lösungen
Ökologie:	Unumstrittener, starker Beitrag durch die PV
Polyvalenz:	Mehrfachnutzen wird generiert

Bei der Beurteilung dieses Kriteriensterns wird auch klar, dass viele mögliche gebäudeintegrierte PV-Anlagen speziell aus ökonomischen Gründen nicht geplant und ausgeführt werden.

Die Diskussion unter den Teammitgliedern ergab, dass sehr unterschiedliche Vorstellungen über die Kriterien für die Analysen bestehen. Es wurde deshalb entschieden, statt einer Trockenübung am Tisch, mehrere BIPV-Anlagen in situ mit individuell zusammengestellten Kriterienlisten zu analysieren.

- Schule Stadelhofen Zürich: 11 + 12 kW, Fassade + Dach (TNC, 1999)
(Initiative: Architekt – teilweise nur architektonische Gründe)
- MIGROS Limmatplatz Zürich: 31 kW, Isolierglas-Dach (energiebüro, 1999)
(Initiative: PV-Planer – PV-Gründe)



Schule Stadelhofen, Zürich
Bild: Fassade 2000+ Spezialausgabe

Eine Synthese der verschiedenen Vorschläge von Beurteilungskriterien ergab schlussendlich folgenden Kriterienkatalog:

Bewerter (Name): _____		Bewertungsskala:						Bemerkungen:
Fachgebiet: _____		1 = unbrauchbar						
Unternehmen: _____		2 = schwach						
Objekt: _____		3 = ungenügend						
_____		4 = genügend						
_____		5 = gut						
_____		6 = sehr gut						
Kriterium:		1	2	3	4	5	6	
1 Nutzen / Zufriedenheit von Betreiber / Benutzer:								
1.1	- Image, Repräsentation, Profilierung Unternehmung (PR)							
1.2	- Kosten / Nutzen der Gesamtinvestition							
1.3	- Design							
1.4	- Beschattungskomfort							
1.5	- Thermischer Komfort							
1.6	- Visueller Komfort („Aussicht“)							
1.7	- Stromproduktion aus PV							
1.8	- red. Energiebezug für Beleuchtung und Kühlung/Lüftung							
1.9	- Ziel/Vorgaben erreicht?							
1.1	- „Was würde bei Neuanlage anders gemacht?“							
2 Unterhalt:								
2.1	- Intervall							
2.2	- Umfang / Zeitaufwand der Unterhaltsarbeiten							
2.3	- Zugänglichkeit							
2.4	- Regelung Zuständigkeit für Routine-Unterhalt + Reparaturen							
3 Organisation / Ablauf der Werkserstellung:								
3.1	- Planungsablauf: Bauherr/Investor / Architekt / Façadier / PV-Planer							
3.2	- Organisation der Lieferschnittstellen: Fassade / PV-Mat. / PV-Montage / PV elektrisch							
3.3	- Organisation Bauleitung: Gesamtbauleitung / Fassade / PV / allg. Elektroplanung							
3.4	- Potenzial für Systematisierung							
3.5	- „Was würde bei Neuanlage anders organisiert?“							
4 Grundsätzliche PV-Eignung:								
4.1	- Fassadenraaster (GISS-Typisierung)							
4.2	- Fassadenausrichtung, Dachneigung, Neigung PV-Modul							
4.3	- Fremdbeschattung und/oder Eigenbeschattung							
4.4	- Unterkonstruktion / Montagetechnik der PV-Module							
4.5	- Leitungsführung im Solargenerator und Gebäudehüllen-Durchbrüche							
4.6	- Platz für Blitz-/Überspannungsschutz (bei Gebäudehüllendurchbruch)							
4.7	- Raumbedarf für Inverter, Schaltschränke, Messung, Netzeinspeisung							
5 Integraler Ansatz / Multifunktionalität:								
5.1	- Stromproduktion aus PV plus ...							
5.2	- Substitution / Ergänzung von Fassaden-/Dachelementen							
5.3	- Witterungsschutz							
5.4	- Beschattung							
5.5	- Senkung der Wärmelast							
5.6	- Lichtlenkung							

Mit diesem Kriterienkatalog wurden am 5. September 2003 folgende BIPV-Objekte besucht und im Team analysiert:

- WASAG, Industriestrasse 42, 5036 Oberentfelden
(Initiativer Bauherr – aus Imagegründen)
- Städtisches Betriebsgebäude, Untere Vogelsangstrasse 11, 8401 Winterthur
(Initiativer Architekt – aus architektonischen und funktionellen Gründen)
- EMPA, Lerchefeldstrasse 5, 9014 St. Gallen
(Initiativer Architekt – aus architektonischen Gründen)

Interessant aber auch in gewisser Weise bedenklich: Keines der besuchten Projekte wurde durch einen Fassadenbauer „angeschoben“ und demnach auch nur teilweise oder nicht durch ihn ausgeführt!

6 SYNTHESE

Die Synthese präsentiert Erkenntnisse aus den BIPV-Analysen über Probleme, welche die verbreitete PV-Anwendung durch die Fassaden-Branche bis anhin behindern.

6.1 Der „PV-Turm zu Babel“

Die Zusammenarbeit im GISS-Team war ein treffendes Abbild des „photovoltaischen“ Alltags. Obwohl hier eine Gruppe von ausgewiesenen Fachleuten über eine ihnen bekannte Thematik debattierte, gelang es nicht immer auf Anhieb, sich dem Partner eines anderen Fachbereichs verständlich zu machen. Der technische Dialog zwischen Fassadenbauern und „Photovoltaikern“ muss vereinfacht und etabliert werden. Die beiden Fachgebiete aber „sprechen anders“. Daraus ergeben sich folgende Fragestellungen:

- Welcher Sprache muss sich ein „Photovoltaiker“ bedienen, um sich mit dem Façadier zu verständigen und umgekehrt? Was sind die wichtigen Inhalte, Schnittstellen? Wo lernt man diese Kommunikation?
- Welche Informationen sind in welchen Projektphasen für wen wichtig?
- Wie viel systemtechnisches Know-how muss ein Fassadenbauer überhaupt haben, damit er eine PV-Anlage montieren kann? Fassadenbauer brauchen neben dem persönlichen Engagement eine Grundschulung in Photovoltaik.

6.2 Fassadenbranche: Bauelemente mit und ohne Solarzellen

PV-Bauelemente sind häufig Glaslamine oder Isolierglasaufbauten, die sich im Handling und in der Montagetechnik kaum von üblichen Fassadenelementen ohne Solarzellen unterscheiden.

Die Praxis beweist, dass Photovoltaik-Fassadenelemente ohne Probleme durch den Façadier montiert werden können. Dies dürfte für alle Gebäudehüllentypen der GISS-Klassen 1 - 4 zutreffen. Standardisierter Fassadenbau mit PV-Bauelementen lässt sich in einer dem Façadier vertrauten Weise umsetzen. Soll gebäudeintegrierte Solarstromproduktion im Schweizer Fassadenmarkt vermehrt Fuss fassen, sollten auf folgende Fragen überzeugende Antworten gefunden werden:

- Worauf gründet sich die ausgeprägte Zurückhaltung des Fassadenbauers vor photovoltaischen Bauelementen? Liegt diese wirklich nur im Kabel begründet, das mit zu verlegen ist?
- Was sind die typischen Unterschiede einer PV-Anlage zu anderen Zulieferkomponenten (Spezialgläser, Rauchabzugsklappen, Tore, Sonnenschutzelemente etc.)?
- Welche Risiken und Chancen erwachsen dem Fassadenbauer im günstigsten oder schlimmsten Fall aus der Installation einer PV-Anlage?

Akzeptanzprobleme des Fassadenbauers gegenüber der PV-Verwendung entstehen kaum durch die manuellen Vorgänge des Materialhandlings und der Vorort-Montage, sondern bei den Bürojobs wie Submissions-/Offertbearbeitung, Bestellwesen, Arbeitsvorbereitung:

- Wie kommt der Façadier bei der Submissions-/Offertbearbeitung zu den Preisen von PV-Bauelementen? Gibt es Richtpreise, die ohne grossen Aufwand aber auch ohne allzu grosses Risiko eingesetzt werden können?
- Welche zusätzlichen Submissionshilfsmittel braucht es für BIPV?
- Muss ein PV-Spezialist beigezogen werden? Wenn ja, in welcher Arbeitsphase?
- Soll der Façadier PV-Bauelemente selbst beschaffen? Wenn ja, wie spezifiziert man ein solches Fassadenelement?
- Ist es sinnvoller mit einem PV-GU zusammen zu arbeiten, der dann - z.B. als Unterakkordant - nicht nur für die Spezifikation und Beschaffung von PV-Bauelementen zuständig ist, sondern die Gesamtfunktion des photovoltaischen Systems mit den Gleichstromkomponenten, dem Blitz- und Überspannungsschutz, den Verkabelungen, der Inverter, Netzeinspeisung, Messtechnik usw. sicherstellt?
- Welche Rolle spielt ein PV-Fachplaner in diesem Ablauf?

Auf diese Fragen dürfte es keine allgemein gültigen Antworten geben, sondern lediglich richtige Entscheide je nach aktueller Projekt- und Auftrags-Situation. Diese Überlegungen führen zur Frage der Projektorganisation, die weiter unten betrachtet wird.

Ein Grund für das das heutzutage meist geringe Interesse des Fassadenbauers an der Photovoltaik dürfte in der geringen Marktpräsenz der wenigen gebäudeintegrierten PV-Projekte zu suchen sein. Darauf gründet auch die Angst vor „PV dem unbekannten Wesen“; es liegen keine oder ungenügende Erfahrungen aus praktischen Umsetzungen vor. Es stellt sich somit die grundsätzliche Frage, was der Façadier dazu beitragen kann, dass vom Bauherrn vermehrt der Einbezug von Photovoltaik in seinen Projekten verlangt wird und dass der Architekt und Planer PV in die Gebäudehülle integriert.

Offensichtlich ist der Fassadenbauer kaum oder selten der Initiator eines BIPV-Projekts, darf aber aus Unkenntnis oder diffusen Ängsten nicht zum Verhinderer der PV werden. Sollten vermehrt PV-Projekte auf den Markt kommen, so sind die Fassadenbauer aus Wettbewerbsgründen ohnehin gezwungen, sich mit einem höheren Engagement mit der PV-Technik vertieft auseinander zu setzen.

Die weiteren Akteure (Architekt, GU/TU, Bauphysiker, Elektroplaner, Lichtplaner, Facility Manager, Bautreuhänder, Solarstrombörsenvertreter etc.) finden dann für ihre Entscheide einen gesprächsbereiten Partner, der sich mit wünschbarerweise grösserer Sicherheit in einem vertrauten technologischen Umfeld und Markt bewegt.

6.3 Standardisierung: Design-Einschränkung oder Förderungshilfe

Die meisten der im Kapitel 4.2 „BIPV-Beispiele, geordnet nach der GISS-Typsierung“ aufgelisteten Projektbeispiele sind sehr individuelle, massgeschneiderte und teure PV-Integrationslösungen sowohl in der konstruktiven Ausgestaltung als auch was die photovoltaischen Systemtechnik betrifft. Dies ist eine der Ursachen des fehlenden Wiederholungseffektes und damit der geringen Marktpräsenz von BIPV.

Die nicht vorhandene Standardisierung von BIPV-Lösungen macht es für den Architekten, Planer und die ausführende Firma schwierig, die am Bau verlangte planerische, kalkulatorische und funktionelle Sicherheit zu erhalten.

- Die Individualität der BIPV-Umsetzungen führt dazu, dass die Modulfabrikanten keine Standard-Module für die Bauintegration anbieten. Die entsprechenden Stückzahlen sind zu unbedeutend und die Anforderungen zu uneinheitlich, obwohl photovoltaische Bauelemente für die Fassadenintegration in fast allen Grössen und Formen gefertigt werden könnten. Bei kleinen Stückzahlen ergibt sich aber ein markant höherer Einstandspreis als bei vergleichbaren Standardmodulen ab Katalog, was wiederum zu Lasten einer photovoltaischen Breitenentwicklung im Gebäudehüllbereich geht.
- Bei der Planung von grossflächigen PV-Integrationen in opake Fassaden, kann eher Rücksicht auf die Abmessungen von handelsüblichen Standardmodulen genommen werden, wodurch sich ein Kostenvorteil ergibt. Wenn dem Architekten jetzt noch grössere Gestaltungsspielräume bei der Wahl der Zellenfarben, Zellenstrukturen, Zellenverschaltung, Zellenumrahmung, Modulhalterung und Kabelführung eingeräumt werden, hat dieser formal nichts mehr gegen eine im wahrsten Sinne des Wortes „flächendeckende“ Anwendung der Photovoltaik in Fassaden einzuwenden.

Die Standardisierung der Abmessungen von PV-Bauelementen wird also offensichtlich eher von fabriktionstechnischen und geometrischen, denn systemtechnischen Grenzen gesetzt. So lässt sich der Gestaltungswille des Architekten beim Fassaden-Design nicht in das Korsett enger Normabmessungen zwängen.

Eine vermehrte Standardisierung hätte aber noch andere Aspekte, die sich als nützlich und vereinfachend erweisen:

- Die Standardisierung der Befestigungstechniken von PV-Bauelementen und die Auslegung der Unterkonstruktion können weitgehend als Standardlösungen typisiert werden. Dabei wird erkennbar, dass der Façadier bei der PV-Integration mit weitgehend vertrauten Techniken arbeiten kann. Mentale Hindernisse der PV-Verwendung können damit abgebaut werden.
- Die photovoltaische Systemtechnik ist bis auf weiteres nur wenig standardisierbar. Sie muss durch den PV-Fachmann ausgelegt werden. Als Hilfsmittel für den Fassadenplaner können aber die Art und Anzahl von Fassadendurchführungen für die Leitungsführung und der Platzbedarf für Fassaden-nahe PV-Komponenten wie z.B. Blitzschutz-Elementen in einer Übereinkunft vereinbart werden.

6.4 Fassadenbranche: Die Einbindung der PV in die Gebäudehüllenplanung

Die Abwicklung eines Bauprojekts erfolgt nicht nach einem allgemein anwendbaren Organigramm oder tradierten Ablaufschema, sondern ist in der Regel für ein konkretes Projekt von Seiten des Auftraggebers vorgegeben. Auf der nächsten Seite finden sich drei Muster-Projekt-Organigramme, die bei BIPV zur Anwendung kommen können.

Von grosser Wichtigkeit ist die Kenntnis der an der BIPV beteiligten Akteure und den daraus entstehenden Bearbeitungs- und Lieferschnittstellen.

Das interdisziplinäre Planungsteam: Akteure der Planung von BIPV-Projekten:

- Architekt
- Fassadenplaner/Lichtplaner
- Photovoltaik-Fachplaner
- eventuell Elektroplaner
- eventuell MSRL-Fachplaner

Die Unternehmer: Akteure der Ausführung von BIPV-Projekten:

- Fassadenbauer
- PV-Unternehmer (PV-Händler, PV-Systemhaus ...)
- eventuell Elektroinstallateur

Schnittstellen zwischen diesen Akteuren ergeben sich

- in der Planungsphase
- bei der Submissions-/Offertbearbeitung
- bei der Materialbeschaffung/Arbeitsvorbereitung
- bei den Vorort-Montagen
- und wichtig im Betrieb und beim Unterhalt:
Abwicklung von Routine-Unterhalt, Garantiefällen und Reparaturen von BIPV-Objekten

Je nach Organigramm sind die Zuständigkeiten und Abhängigkeiten unterschiedlich. Die Kenntnis dieser Gegebenheiten ist wichtig, um die eigenen Anliegen/Interessen im jeweiligen Projekt-Umfeld durchzusetzen und den Auftrag ohne Friktionen abzuwickeln.

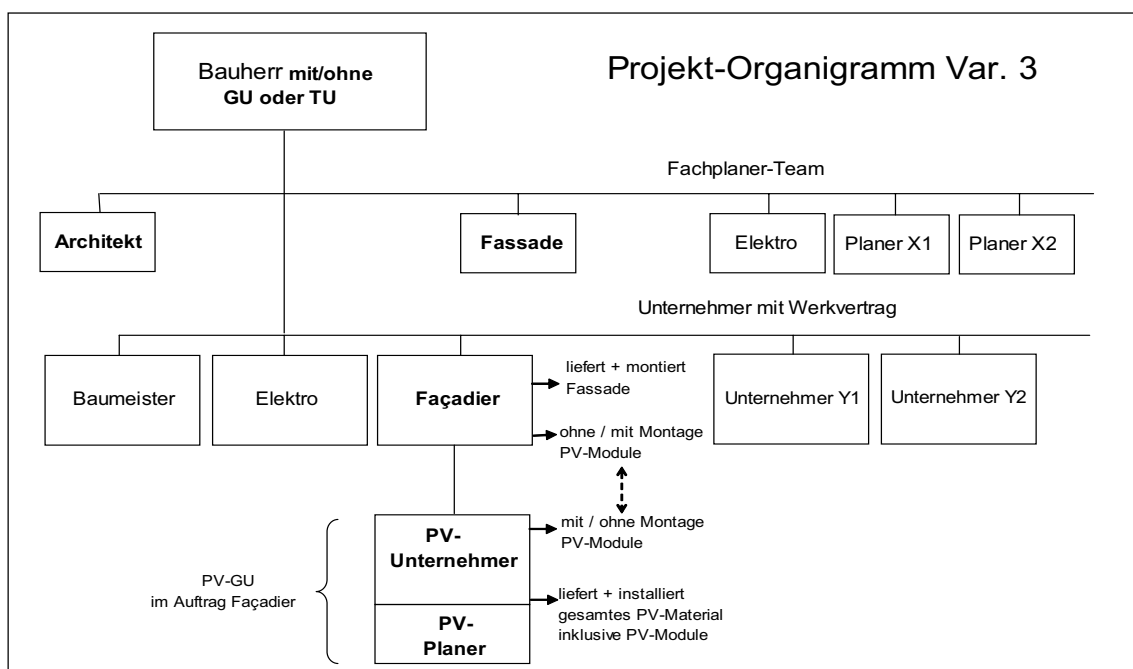
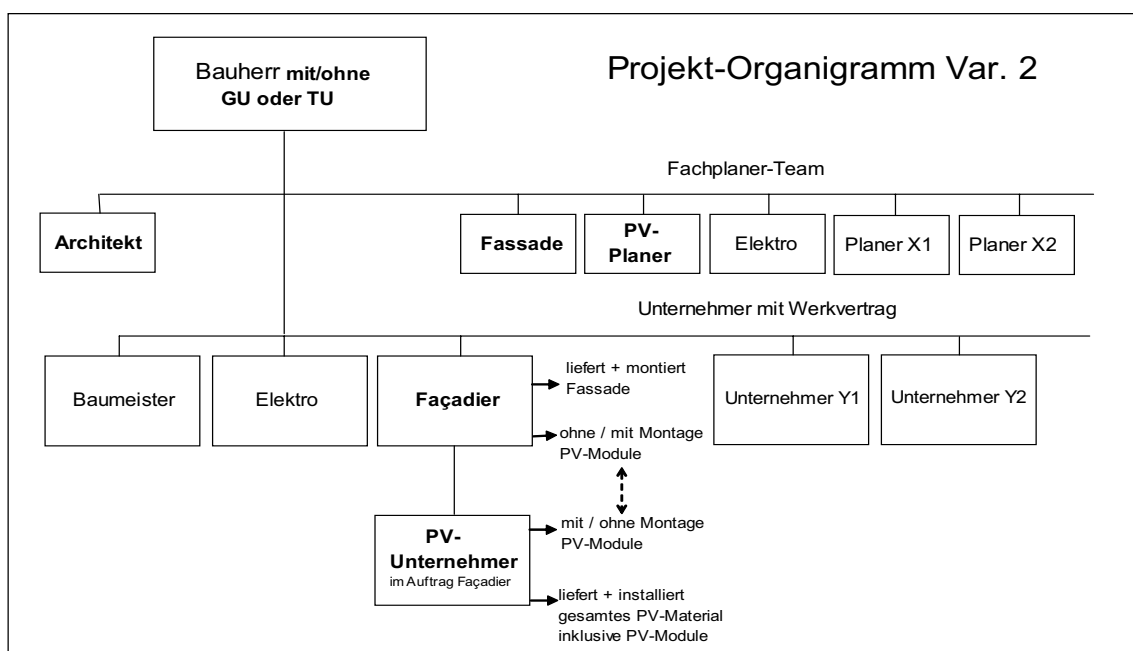
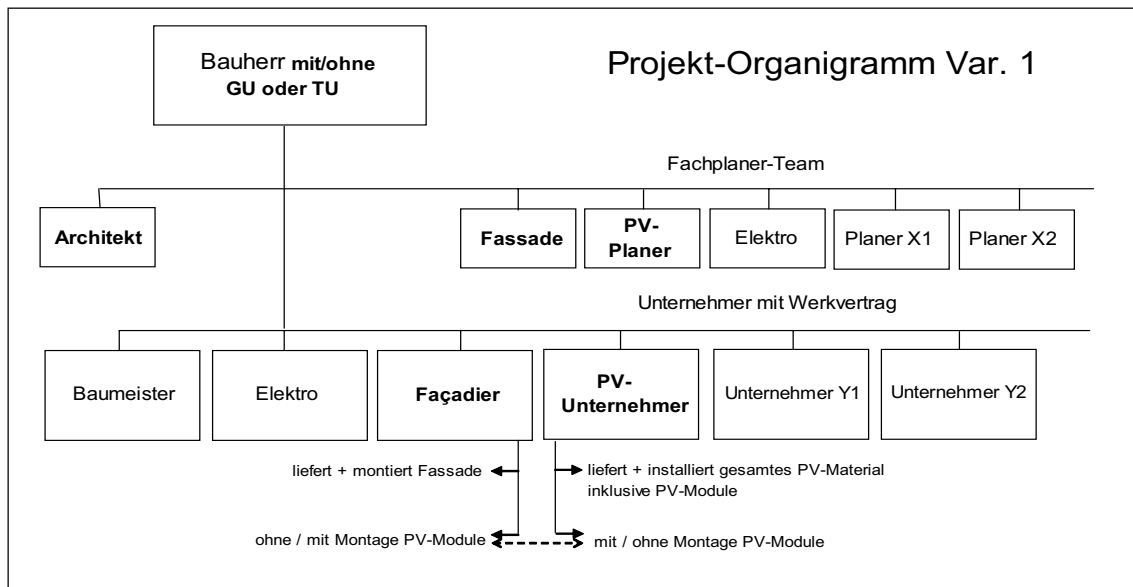
Vermehrt wird heutzutage versucht, die gebäudeintegrierte PV nicht separat auszuschreiben, sondern aus Schnittstellenproblemen und klarer Verantwortungsübertragung in die Fassadenausschreibung zu integrieren.

Um im Markt bestehen zu können, muss sich der Fassadenbauer sowieso als Generalist darstellen und sollte dadurch auch keine Probleme haben, sich mit entsprechenden Fachfirmen die notwendige Fachkompetenz anzueignen, um komplexe PV-Projekte anzubieten, zu planen und auch auszuführen.

Die Erfahrung zeigt, dass das Zusammenarbeiten des Façadier mit einem PV-Unternehmer, der die Systemverantwortung der PV übernimmt, vorteilhaft ist. Während PV-Unternehmer eher „elektrisch“ und „systemtechnisch“ orientiert sind, ist der Fassadenbauer stärker geometrisch-konstruktiv und bauphysikalisch „gepol“t. Die systemtechnische Optimierung einer PV-Anlage und die Beherrschung der PV-Einbindung in die elektrische Haustechnik gehört zur Kernkompetenz des PV-Unternehmers und kann durch den Fassadenbauer in der jetzigen Pionier- oder Aufbauphase nicht abgedeckt werden.

Zumindest für eine nähere Zukunft bedingt dies die Einbindung der PV-Fachplanung in das Projektteam. Je höher die Ansprüche eines BIPV-Vorhabens bezüglich Design, Multifunktionalität und Konstruktion sind, desto unverzichtbarer wird ein integrales Fachplaner-Team, das alle beteiligten Disziplinen kompetent abdeckt. Das Projektorganigramm Var. 3 eignet sich somit nur für PV-Integrationen mit einfachen Ansprüchen in einer wenig komplexen Projektorganisation.

In einer fernerer Zukunft und bei wachsender Marktdurchdringung der Photovoltaik werden zumindest grosse Fassadenfirmen, Systemhäuser und findige Spezialfirmen eigene Lösungen anbieten, welche den Kunden von vielen gestalterischen, baulichen und systemtechnischen Fragen entlasten.



6.5 Markttöffnung: Die Kraft der guten Argumente

Wie bereits festgestellt, ist der Façadier von seiner Position in der Projektdefinition her kaum der Akteur, der die Bauintegration von Photovoltaik in ein Bauvorhaben einbringt. Despektierlich ausgedrückt ist der Fassadenbauer eher der „Verarbeiter“.

Der Leitgedanke, dass „schlau“ (smart) eingesetzte Photovoltaik am Bau nicht in erster Linie eine Stromproduktionsanlage darstellt, sondern einen Mehrwert an Energieeffizienz und Benutzerkomfort auslöst, muss zur ‚smarten‘ Einbindung von PV in ein integriertes Gesamtenergieumfeld führen. Die Planung von integralen Lösungen hat in einem sehr frühen Projektstadium einzusetzen, damit eine überzeugende Lösung und kein Flickwerk von Alibi-PV entsteht.

Die Erfahrung im Markt zeigt, dass gekonnte multifunktionale PV-Integrationen mit überzeugendem Design realisiert werden, wenn

- ... der Bauherr/Investor Photovoltaik am Bau verlangt.
- ... der Architekt, einen Wettbewerb gewonnen hat, in dem BIPV vorgesehen ist.

Die Haupthindernisse der jetzt anlaufenden PV-Initialisierung sind dann überwunden und der Weg zu guten integralen Konzepten wird möglich. BIPV-Projekte für den Neu- und Umbaubereich werden vermehrt generiert, wenn die Akteure mit Argumenten überzeugt werden können und sie Schlüsselantworten für sich selber auf folgende Fragen finden:

- Wie wird der „integrale PV-Ansatz“ kommuniziert? Wie muss der vielfältige Nutzen von multifunktionalen PV-Konzepten präsentiert werden? Energieeffizienz, Benutzerkomfort („...und als angenehmer Nebeneffekt wird auch noch Strom produziert.“)
- Auf welchen PV-Nutzen sprechen welche Baubeteiligten besonders an?
- Welches sind die geeignetsten Kommunikationskanäle?
- Wie geht man mit der Problematik um, dass die für PV verfügbare Gebäudefläche oft nur einen marginalen Anteil des Strombedarfs des Gebäudes abdecken kann?
- Welche „Stammtischargumente“ sollte der Fassadenplaner und Fassadenbauer verstehen und gegebenenfalls entkräften können (ökologische Payback-Zeiten, Wirtschaftlichkeitsfragen, Fördermittel, technologische Entwicklung, Marktentwicklungen in unseren wichtigsten Nachbarländern)?
- Spezifische Exportchancen/Exportrisiken für die teilweise im Export sehr kompetitive und hoch stehende Schweizer Fassadenbautechnologie?

BIPV ist aber auch in der Lehre (Hochschulen und FH) zu unterrichten.

- Wie erreicht man Anpassungen der Lehrpläne?
- Junge Architekten und Ingenieure mit Wissen und Motivation zur BIPV kommen zu Beginn ihrer Karriere meist in ein Umfeld, wo das risikolose „das haben wir schon immer so gemacht“, neue innovative Konzepte verhindert. Wie erreicht man also einen Sinneswandel in den Köpfen, nota bene auch in jenen etablierter Pla-

nungsunternehmen? Was Bringt Konkurrenzdruck durch Architekten/Planer, die erfolgreich solche Vorzeigeprojekte realisieren?

- Gebäudeintegrierte PV ist Stand der Technik und gehört unterrichtet (Wer wendet denn z.B. heute noch den Dämmstandard der 70er oder 80er Jahre an?)

6.6 PV und Minergie

Die gekonnte Lancierung von Minergie hat diesem Label zu einem grossen Bekanntheitsgrad verholfen. Es ist wichtig die Einbettung von Photovoltaik in den Minergie-Standard zu kennen, um damit Synergiegewinne für die BIPV zu erzielen. Das im Rahmen von GISS zu erarbeitende Argumentarium soll diese Aspekte nicht nur für den Minergie-Standard, sondern auch für Minergie P, SIA 380/1, SIA380/4 und weitere Konzepte zielgruppengerecht aufarbeiten und präsentieren.

(Die folgenden Ausführungen zu Minergie und PV sind im Wesentlichen Auszüge aus den noch nicht veröffentlichten Empfehlungen zur Nutzung der Sonnenenergie, Revision V2/03)

Der Minergie-Standard wurde in der Schweiz in den 90er-Jahren geschaffen mit dem Ziel hohen Wohnkomfort mit Energiesparen zu verknüpfen. Mit dem „Minergie“-Label werden Häuser und auch einzelne Komponenten ausgezeichnet. Bei Minergie wird primär das Ziel der zu erreichenden minimalen Energieverbräuche vorgegeben.

Zu diesem Zweck wurden für Wohnbauten maximale Energiekennzahlen definiert.

- Wohnbauten nach 1990: 45 kWh/m²a (160 MJ/m²a)
- Wohnbauten vor 1990: 90 kWh/m²a (320 MJ/m²a)
- Zusätzliche Energiekennzahl für Haushaltselektrizität: 17 kWh/m²a (60 MJ/m²a)

Auch für Dienstleistungsgebäude wurden maximale Energiekennzahlen definiert:

- Neubauten nach 1990: 40 kWh/m²a (144 MJ/m²a)
- Bauten vor 1990: 70 kWh/m²a (252 MJ/m²a)
- Elektrizität für Beleuchtung: Einhaltung der Zielwerte von SIA 380/4

Die Berechnung des Nachweises für den Minergie-Standard für Wohnbauten und Dienstleistungsgebäude erfolgt analog der Norm SIA380/1. Minergie legt den Energieverbrauch auf der Stufe „Endenergie“ fest. Deshalb spielen die Wirkungsgrade der technischen Systeme eine grosse Rolle. Dazu werden die eingesetzten Energieträger gewichtet mit den Faktoren 2 (Strom), 1 (Wärme) und 0 (Solar). Der Einsatz von Solarenergie in all ihren Formen ist also für die Erfüllung der Minergie-Vorgaben sehr vorteilhaft. Dies speziell, wenn sie für den Ersatz von bezogener Elektrizität genutzt wird. Das ist mit Photovoltaik gut möglich. Der Bauherr kann entweder sein Geld in zusätzlichen Energieeinsparungen wie Isolationen etc. stecken oder einen Teil der Mittel auf die „Sonne“ setzen.

Photovoltaik im Minergie-Haus stellt sich im Normalfall als eine netzgekoppelte solare Stromversorgung dar. Für den Benutzer des Minergie-Hauses ergeben sich keinerlei Umstellungen in der Benutzung des Stromnetzes. Überschüsse in der Stromproduktion werden direkt in das Stromnetz eingespeist. Darüber hinaus bietet die Photovoltaik zusätzliche Vorteile:

- Der Einsatz von Elektrizität zur Heizung mittels Direktheizung oder mittels Wärmepumpe sowie zum Betreiben der mechanischen Lüftungsanlagen wird zur Berechnung des Minergie-Standards mit einem Faktor 2 multipliziert. Weil im Minergie-Haus zusätzliche Stromverbraucher wie Lüftung, Luftwärmetauscher etc. installiert sind, kommt der Substitution des Stromverbrauchs mit PV-Anlagen eine besondere Bedeutung zu.
- Die netzgekoppelte PV löst das Problem der saisonalen Energiespeicherung auf elegante Art und ist in dieser Beziehung der thermischen Solarenergie überlegen.
- Die netzgekoppelte PV-Anlage kann allfällige Überschüsse in das Verbundnetz einspeisen. Damit ist ein Deckungsgrad des Stromverbrauchs von über 100% möglich. Der Grösse einer PV-Anlage auf dem Minergie-Haus oder in der Fassade sind also nur durch die Flächen und das Budget Grenzen gesetzt.
- Photovoltaik kann wie kein anderes Energie-Element als gestalterische Komponente in der Hülle des Hauses eingesetzt werden. Mit der Photovoltaik kann der Architekt dem Minergie-Haus ein aktives und attraktives Gesicht geben.

6.7 Solarstrombörsen: ‚Fassaden‘-Strom und ‚naturemade‘-Label

Solarstrombörsen spielen mit ihren Einkäufen von PV-Strom noch eine wichtige Rolle im PV-Markt und sorgen für eine grosse Grundlast von Umsatzvolumen. Für die Fassadenbranche ergibt sich damit auch ein neues interessantes Betätigungsfeld. Viele Börsen verlangen für den eingekauften Solarstrom das Zertifikat ‚naturemade‘.

Im Rahmen der heutigen Ökostrom-Prüfung durch den Verein für umweltgerechte Elektrizität VUE besteht nun aber die Möglichkeit, dass ästhetisch integrierte (Fassaden-) Photovoltaik-Anlagen aufgrund zu geringer spezifischer Solarstromproduktion (Fassadenausrichtung etc.) die Naturemade-Zertifizierung nicht erlangen. Ohne dieses Zertifikat kann der „Fassaden“-Strom aber nicht kostendeckend an viele Solarstrombörsen verkauft werden.

- Weshalb hat ausgerechnet BIPV als der innovativste Teil aller PV-Anwendungen bei den Solarstrombörsen Akzeptanz-Probleme?
- Wie ist mit Argument von Solarstrombörsen umzugehen, dass bei der Auswahl von Solarstromlieferanten, der tiefe Einstandspreis das wichtigste Kriterium darstellt? (Die Börsenbetreiber weisen darauf hin, dass mit dieser Politik, über die letzten Jahre erhebliche Preissenkungen erzielt wurden. Die Preisentwicklung auf dem globalen PV-Markt zeigt aber, dass die reduzierten PV-Kosten dem schnell wachsenden PV-Marktvolumen zu verdanken sind.)

Die Öko-Strom Börsen gehen von optimalen Ertrags- und Wirtschaftlichkeitsverhältnissen aus. Diesbezüglich schneidet speziell die PV in der Fassade aufgrund von bis zu 50% geringerer Einstrahlung und meist teuren PV-Sondermodulen sehr schlecht ab.

Mit den Solarstrombörsen muss erreicht werden, dass nur die Mehrkosten der multifunktionellen Bauteile in Anrechnung zu bringen sind. Es gibt bessere Modelle: So sieht z.B. die neue deutsche Energie-Einspeiseverordnung, die ab 2004 gültig wird, vor, dass der durch die PV-Fassade erzeugte Strom im Vergleich zu Strom von dachintegrierten PV-Anlagen wesentlich höher vergütet wird. Oder z.B. in Italien, wo fassadenintegrierte PV-Anlagen sogar mit bis zu 70% der Investitionssumme gefördert werden.

6.8 Zukunftssichere Photovoltaik

Andere Länder boomen im Wachstum der PV und schaffen Arbeitsplätze mit Zukunftspotenzial. Speziell Deutschland, Japan und neuerdings wieder die USA fördern PV grosszügig. Die Schweiz „spart“ und reduziert die Förderung auf allen Ebenen.

- Es nützt wenig, über die fehlende Förderung zu lamentieren. Staatliche Förderung ist keine verlässliche Stütze, da sie von politischen Vorgaben abhängt.
- Wie animiert man den Bauherrn/Investor die Vorteile multifunktionaler PV-Konzepte zu erkennen und Photovoltaik auch ohne namhafte staatliche Förderung zu beschaffen?

Wichtige Vorzüge der Photovoltaik sind ihre ausgewiesene Zuverlässigkeit im Betrieb und ihre Langlebigkeit, die im Rahmen von ‚üblichen‘ Bauelementen liegt.

Eine Betrachtung des Schweizer- und des globalen PV-Markts zeigt auf, dass in der Photovoltaik ein enormes Entwicklungspotenzial steckt und dass sich Investitionen in diese Technologie auszahlen.

Der Schweizer PV-Markt stagniert zwar bei einem Jahreszuwachs von ca. 2 MW, was einem Umsatz von (nur!) etwa CHF 25 Mio entspricht. Global betrachtet weist die PV-Industrie aber seit Jahren jährliche Zuwachsraten von 15 - 25 % aus.

Einige Zahlen zum PV-Markt:

PV-Markt Schweiz: (Gesamtsysteme: PV-Module inkl. BOS)

Verkäufe 1999*:	Leistung: 1'705 kW ⇒ CHF 15 bis 22 Mio
Verkäufe 2000*:	Leistung: 2'186 kW ⇒ CHF 20 bis 28 Mio
Verkäufe 2001*:	Leistung: 2'342 kW ⇒ CHF 21 bis 30 Mio
Verkäufe 2002**:	Leistung: 1'900 kW ⇒ CHF 17 bis 25 Mio

* Quelle Verkäufe: Markterhebung Sonnenenergie BFE / SOFAS
Annahme: Systempreis ca. 9 bis 13 CHF/W

** Quelle Verkäufe: www.solarch.ch : SOLAR, IEA
Annahme: Systempreis ca. 9 bis 13 CHF/W

PV-Markt global:

Produktion 1999*:	Leistung: 200 MW $\Rightarrow$ CHF 1.8 bis 3.0 Mia
Produktion 2000*:	Leistung: 250 MW $\Rightarrow$ CHF 2.3 bis 3.8 Mia
Produktion 2001*:	Leistung: 370 MW $\Rightarrow$ CHF 3.3 bis 5.5 Mia
Produktion 2002**:	Leistung: 561 MW $\Rightarrow$ CHF 5.0 bis 8.4 Mia

* Quelle Produktion: Dr. Winfried Hoffmann, Staffelstein-Symposium März 2003

** Quelle Produktion: 3rd World Conference on PV .., Osaka May 11-18, 2003;
(aus IEEE news No. 6, August 2003)

Annahme: Systempreis ca. 9 bis 15 CHF/W

Bei den PV-Marktzahlen ist zu beachten, dass die enormen Marktsteigerungen im Ausland vor allem durch aufgeständerte PV-Dachanlagen realisiert wurden. Dies ist vor allem den nationalen Energieeinspeisungsvergütungen zu verdanken, die es den PV-Investoren heutzutage ermöglichen durch kostengünstige und effiziente PV-Anlagen jährliche Renditen von bis zu 10% zu realisieren. Solche PV-Investitionsprodukte werden in Deutschland teilweise direkt durch die Banken offeriert. So wird zum Beispiel in Süddeutschland momentan eine 5MW Anlage gebaut, die auf einem Industriedach aufgeständert wird. Das heisst eine einzelne Anlage dieser Art übertrifft mit dem Faktor 2 den jährlich installierten PV-Leistungszuwachs in der Schweiz.

Die aus der Boom-Situation resultierende Fabrikationsausweitung von PV-Produkten führt zu Kostenreduktionen, von denen auch die anspruchsvollen Anwendungen der PV-Bauintegration profitieren.

- Wie schafft es die Schweizer PV-Branche an diesem globalen Trend teil zu haben. Ist nicht gerade die Fassadenbranche international als sehr innovativ und konkurrenzfähig einzustufen? Zusammen mit der PV-Branche ein starkes Gespann!
- Kann die Schweiz es sich leisten, diesen Boom zu verpassen?

Die Aussichten des globalen Trends ermutigen, in diese zukunftssichere Technik zu investieren, bevor die ausländische Konkurrenz das Geschäft in der Schweiz macht.

Schlussbericht PV 100141, 150173 / Dietikon, Dezember 2005

**GISS Gebäude-Integrierte
Solarstrom-Systeme**
(Building Integrated Photovoltaic BIPV)

Teilprojekt 2
Befragung

Gebäude-Integrierte-Solarstrom-Systeme (GISS)

Auswertung Umfrage bei SZFF-Mitgliedern Fassadenbauer und Zulieferer sowie Fassadenplaner

Abgestützt auf die Ergebnisse des Teilprojektes 1 wurde in Zusammenarbeit mit der Hochschule für Architektur und Technik, Horw LU, ein Fragebogen entwickelt.

Mit diesem sollen aus der Sicht der jeweils betroffenen Beeinflusser die spezifischen Chancen, Risiken und Grenzen im Zusammenhang mit gebäudeintegrierten Solarsystemen eruiert werden.

Von insgesamt 57 versandten Fragebogen wurden 27 beantwortet, was einem befriedigenden Rücklauf von ca. 27% entspricht.

	F	P	Z	Σ
Versandte Fragebogen:	22	17	18	57
Beantwortet:	14	10	3	27
Unbeantwortet retourniert:	-	1-	1	1

Rot	F	Fassadenbauer
Lila	P	Fassadenplaner
Gelb	Z	Zulieferer

Wie viele Projekte haben Sie in den letzten 2 Jahren ausgeführt/geplant?	Keine	24	11	10	3
	1 bis 2	3	3	-	-
	3 und mehr	0	-	-	-
Wie viele Anfragen für GISS erhalten Sie durchschnittlich pro Monat?	Keine	14	7	4	3
	1 bis 2	9	5	4	-
	3 und mehr (max. 4)	4	2	2	-
Wird die Anzahl Anfragen / Projekte in den nächsten 2 – 5 Jahren	Zunehmen	13	8	4	1
	gleich bleiben	12	5	5	2
	abnehmen	0	-	-	-
	keine Ahnung	1	-	1	-
	hätte Interesse daran	1	1	-	-

Wie beurteilen Sie die zur Verfügung stehenden Arbeitshilfen?	sehr gut	1	-	1	-
	brauchbar	12	6	4	2
	gibt es nicht	9	5	3	1
	keine Angabe	5	3	2	-

Wie würden Sie ein gutes Hilfsmittel definieren und was müsste es enthalten? (Stichworte)

Techn. Schwierigkeiten klar und verständlich aufzeigen, Garantien und Risiken aber auch Chancen aufzeigen
Prinzipischnitten über den Aufbau solcher Anlagen. was braucht es alles dazu
technische Daten, Einbau-Vorschläge, Richtpreise (Marktpreise)! CAD-Daten
Aktuell, Pro + Kontra, Referenzen, Kosten - Nutzen
spezifische Seminare, Kataloge, Info-Blätter, Berechnungsmodelle
Checkliste für Angebot, Liste von Solarstrom-Systemanbietern
Systemschnitt-Sammlung, Software zur Effizienz-simulation, Foto-Sammlung von Objekten
Anwendungen, Beispiele, Projektablauf, techn. Daten, Referenzobjekte mit Erfahrungswerten, Produkteinfo
Order mit Systemen, Produkten etc.
Quervergleich Kosten-Nutzen der einzelnen Systeme
Spezifische Grundlagen, Schnittstellendefinition elektrotechn/Fassadenbau
Sammlung von bestehenden Elementen, Alle Daten für EDV aufgearbeitet, Klare + verständliche Kostenanalyse
nur Grundunterlagen
Da jede GISS-Fassade ein Massanzug ist, kann man keine standardisierten Hilfsmittel einsetzen
Anlaufstellen, Eckpunkte, Verzeichnis der Spezialisten, Vorgaben was kann erreicht werden
Planungshilfsmittel, Software, Simulationsprogramme, Wirtschaftlichkeitsrechnung, Montagesysteme und Gebäudeintegration
Definition von Lebensdauer, Unterhalt- und Wartungskosten, Möglichkeit Gestaltung...
Besonnungsanalyse, Wirkungsgrade, Dimensionierung Module, Einbaumöglichkeiten, Verschattung, Devisierung
Vorschriften, Richtlinien, Einleitungen mit Vor- und Nachteilen
Grundlagen-Information, Größenangaben, elektr. Grundlagen, Richtpreise
Einbausituationen, Produkteübersicht, Systeme, Installation, allg. Know how

Kennen Sie die Argumente, die für eine GISS sprechen?

Teilweise ja, aber eigentliches Grundwissen fehlt
nicht wirklich ! Image ist vorbei, Rentabilität ist nicht gegeben, was bleibt ist die Hoffnung oder Angst, dass Öl zu teuer wird
nicht wirklich.
Umwelt
Kennen schon, aber die Absichten sind anders ! Lippenbekenntnisse !
nein / ev. Ökologische Energie, nachhaltiges Bauen
Vorbildfunktion/Nachhaltigkeit/Energieautonomie/ Legitimation für Mehr-Verbrauch Strom
Ökologie, moderne Energiegewinnung, Nachhaltigkeit
Ökologie
Mehrfach Funktion der Gebäudehülle

sinnvolle Sache interessantes Gebiet ästhetisch nutzbar
nein (6 Antworten)
Haushalten mit den Energieresourcen
Ökologisch einwandfrei, Nutzung der natürlichen Ressourcen, Look out to the future
teilweise
ökologische Aspekte, Wirtschaftlichkeit, Einspeisung Stromnetz (Fördermassnahmen)
höhere Energiekosten (Oel-Preise)
Multifunktionalität, Aesthetik, Ökologie, Zusatznutzen
Ökologie
teilweise
Umwelt-Beitrag, Trendsetter, Innovator, Image, Werbung, Zusammenarbeit mit EW, Abnahmevertrag

Wie reagieren Sie, wenn Sie eine Anfrage mit GISS erhalten?	Sie freuen sich über die Chance	20	8	10	2
	Sie haben genügend anderes und retournieren es	5	4	-	1
	Sie versuchen eine Standard-Lösung zu offerieren und denken, das kommt sowieso nicht so	2	2	-	-

Was sehen Sie für besondere Risiken bei der Herstellung, Lieferung, Montage und Garantieabgabe einer GISS-Anlage durch den/für den Fassadenbauer?

Der Fassadenbauer wird gezwungen Garantien, zu übernehmen die seine Fachkompetenz übersteigen
wie behält man die Schnittstellen unter Kontrolle
Das Problem liegt sicherlich darin, das wir ein Produkt verwenden, das wir selber zuwenig kennen.
wir haben uns bis heute nie mit GISS befasst
keine Erfahrung
ähnlich wie bei Storen und Antriebe, zu wenig Kenntnisse, zu wenig Ausbildung
Als Fassadenbauer fehlen mir weitgehend die elektrischen Kenntnisse, ich kann zuwenig beurteilen, ob die geforderte Energie erzeugt werden kann.
keine besonderen, wenn Sublieferant Spezialist ist
Fehlendes Know-how, sowie fehlende Erfahrung in der Umsetzung am Objekt
Montage und Garantie muss beim Lieferant bleiben
Qualität Unternehmen, Module Installationen, Systemgarantie etc
keine Erfahrung
können keine Angaben machen, da bisher nie konfrontiert worden damit
keine
Fachpersonal
keine
wenn gutes Fachwissen i. O., keine grösseren Risiken wie HW-Fassaden (Annahme, da noch kein Projekt ausgeführt)
Produktion in geeigneten Räumen Schnittstelle Montage, Anschluss und Inbetriebnahme
Lieferantengarantie und Kompetenz

Die Garantie muss vom Paneelbauer übernommen werden
Langzeiterfahrung, treten die Vorgaben ein, Langlebigkeit
keine besonderen Risiken, sofern mit gutem System-Lieferant gearbeitet wird, welcher auch die Garantien (Energieerzeugung) abdeckt
keine besonderen Risiken
Übernahme Leistungsgarantien, noch mangelnde Fachkenntnisse
Spezialisten-Kompetenzen nicht vorhanden
elektr. Schnittstelle, Leistungsfähigkeit der Anlage über einen bestimmten Zeitraum
Hoher Aufwand, wenig Wertschöpfung im Betrieb, Risiko, Gewährleistung, fehlendes Knowhow (Verkauf, Beratung, Montage)

Kommentar zur Auswertung der Umfrage bei SZFF Mitgliedern

Die Themenschwerpunkte aus der Befragung lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Es ist erstaunlich, dass 48 % der Antwortenden doch regelmässig Anfragen erhalten und 4 Firmen (2 Fassadenbauer und 2 Fassadenplaner) sogar deren 3 und mehr pro Monat. Die Mehrheit der Antwortenden (90 %) hat in den letzten 2 Jahren kein Projekt ausgeführt.

Ermutigend zu lesen ist, dass 74 % der Antwortenden sich über eine Anfrage freuen würden und dies als Chance betrachten. So gesehen haben wir die Haltung der Fassadenbauer gegenüber GISS Projekten vielleicht etwas gar negativ beurteilt.

Die Wünsche für die notwendigen Hilfsmittel drehen sich meist um folgende Themenkreise:

- Die technischen Besonderheiten sind klar darzustellen zusammen mit den dazugehörigen Schnittstellen. Vor allem die Schnittstelle Elektrotechnik zu Fassadenbau sollte gut beleuchtet werden.
- Für das Berechnen von Angebotspreisen wird eine Checkliste gewünscht, so dass die Angebote auf Vollständigkeit überprüft werden können. Eine Auflistung der Solarstrom - Systemanbieter wäre ebenfalls hilfreich.
- Weiter würde eine gute Darstellung von Lebensdauer sowie von Unterhalts- und Wartungskosten vielen weiterhelfen.

Bei der Frage nach dem Argumentarium tritt zu Tage, dass nicht bekannt ist, was es für Argumente für GISS wirklich gibt. Das kann daher kommen, dass Entscheide über den Einsatz von GISS meist weit im Vorfeld gefällt werden und Fassadenbauer oder Planer kaum einbezogen werden. Vor allem bekannt und beliebt gemacht werden könnte der Mehrfachnutzen von schon vorgesehenen Baukomponenten.

Die Antworten bei der letzten Frage über die besonderen Risiken schreien schon fast nach Ausbildung. Die Risiken werden klar im fehlendem Wissen über das Zusammensetzen der Komponenten geortet. Garantien für etwas zu übernehmen von dem man nicht genug weiss darüber ist schon eine problematische Sache.

Dietikon, 28. April 2004 / RL

(E:\ALLE DATEN\SZFF DATA\T K\Solarintegration\GISS_Projekt\TP_2_Befragung\Auswertung Umfrage GISS.doc)

Schlussbericht PV 100141, 150173 / Dietikon, Dezember 2005

GISS Gebäude-Integrierte Solarstrom-Systeme

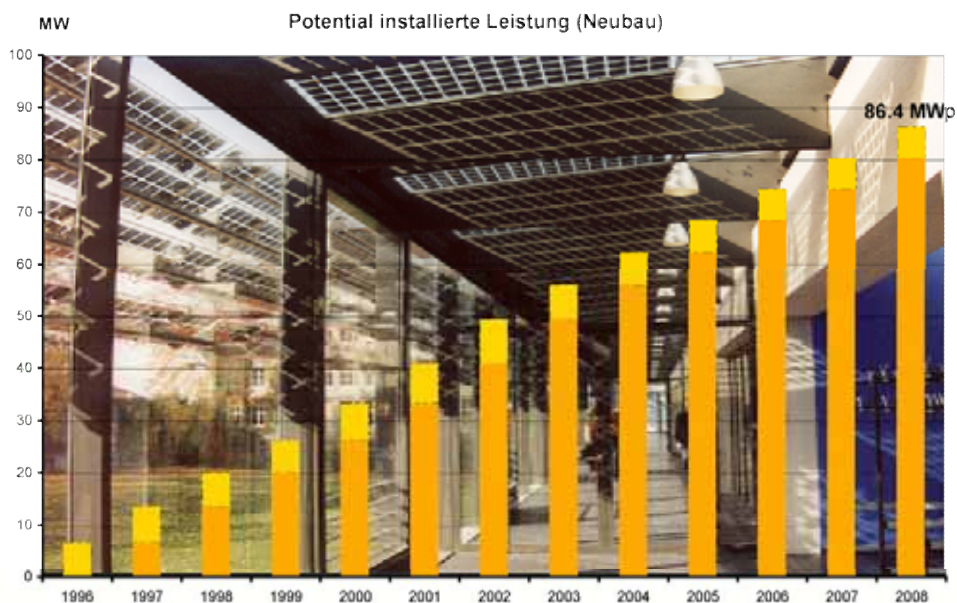
(Building Integrated Photovoltaic BIPV)

Teilprojekt 3

Markterhebung, Potenzialabschätzungen

Teilprojekt 3

Markterhebung, Potentialabschätzungen für anspruchsvolle Metall-/Glasfassaden



Schweizerische Zentrale für Fenster und Fassaden
Ein P+D-Projekt des Bundesamtes für Energie BFE

GISS Gebäude-Integrierte Solarstrom-Systeme

GISS Potential für anspruchsvolle Glas-/Metallfassaden

Inhaltsverzeichnis

Einleitung

- 1 Ausgangslage
 - 1a Vorgehen und Termine
 - 1b Aufgabenstellung
- 2 Zusammenfassung der Ergebnisse
- 3 Potentialabschätzungen
 - 3a Flächen
 - 3b Installierte Leistung
- 4 Neubaupotential
- 5 Erneuerungspotential
- 6 Blick in die Zukunft
- 7 Schlussfolgerungen
 - 7a für die Fassadenbranche
 - 7b für die Photovoltaikbranche
- 8 Quellen

Einleitung

Wie wäre es, wenn in der Schweiz alle anspruchsvollen Metall- und Glasfassadenprojekte auf die Kombination mit photovoltaischer Solarstromproduktion geprüft und die guten Anwendungsbeispiele auch realisiert würden? Gemeint sind damit neu errichtete Objekte aber auch Sanierungen bestehender Objekte. Wie gross ist das so erschliessbare Anwendungspotential der Photovoltaik? Bringt das der Fassadenbranche einen bedeutenden Zuwachs an Markt- und Lieferumfang? Könnte die Anwendung von Photovoltaik in der Schweiz im grösseren Umfang gesteigert werden?

Die im Teilprojekt 1 untersuchten, gebäudeintegrierten bestehenden PV-Anlagen in der Schweiz sind zu einem grossen Teil Pilot- und Demonstrationsprojekte.

Ein interessierter Investor repräsentiert in seinem Projekt nicht automatisch einen optimalen Anwendungsfall für die Solarstromnutzung an der Fassade. Die Photovoltaikbranche muss dann das Beste aus den gegebenen Objektbedingungen machen oder von der Realisierung abraten.

Diese hier vorliegende, systematische Untersuchung verwendet das umfangreiche Datenmaterial aus den Erhebungen von Wüst & Partner über die bestehenden in den letzten 8 Jahren gebauten Objekte. Gleichzeitig wird der Versuch gemacht, das Anwendungspotential für die nächsten 4 – 5 Jahre abzuschätzen.

1 Ausgangslage
1 a Vorgehen und Termine

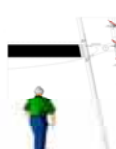
- Kickoff-Meeting 24. November 2003
Teilnehmer Begleitgruppe:
R.Locher
R.Miloni
Th. Nordmann
R.Meier
- 1. Auswertung Marktanalyse 2003 W&P 8. Januar 2004
- Erste Auswertungen/Grafiken 5. Februar 2004
- Sitzung Projektteam 30. April 2004
Beschluss:
Vorgehen wird genehmigt
Auswertung aktualisieren mit Daten W&P Marktanalyse 2004
- Einsicht der neuen Daten von W&P 19. Juli 2004
- Diskussion der neuen Daten 2004 mit Herrn Haag (W&P):
Grosse Korrekturen der Daten gegenüber Bericht 2003 auf Grund neuer Beurteilung/Bewertung von W&P nach Art der Gebäude, Standort der Gebäude etc. (v.a im Neubau).
- 2.Auswertung der Daten 2004
- Aktualisierung des Berichtes ab 24. August 2004

1b Aufgabenstellung

Die vorliegende Studie schätzt den Anteil der anspruchsvollen Metall-/Glasfassaden, welcher für die gebäudeintegrierte Anwendung von Solarsystemen GISS (Photovoltaik, thermische Solarenergie) in Frage kommt und dafür geeignet ist. Basis bilden die vorliegenden Zahlen über Fassadenflächen von Wüest & Partner AG [1], welche jährlich im Auftrage der SZFF eine Marktanalyse durchführt. Die untersuchten Daten reichen von 1996 bis ins Jahr 2008. Es sind sowohl rückwirkend wie für die nahe Zukunft Tendenzen zu erkennen. So wie die von W&P berechneten Zahlen einerseits das Neubaupotential und andererseits das Erneuerungspotential betreffen, sind auch nachfolgend diese zwei Bereiche einzeln untersucht.

Zusätzlich erfolgt eine Aufschlüsselung nach Art der Fassaden-Konstruktion, nach Gebäudeklassen-Typen: Klasse 1: Fenster- und Brüstungsverkleidungen, Klasse 2: einfache Vorhängekonstruktion, Klasse 3a: Vorhangfassade für erhöhte Ansprüche, Klasse 3b: Vorhangfassade Einzelkonstruktion und Klasse 3c: Schräg- und Überkopffassaden. Der Anteil der Gebäudeklasse 4, Vordächer, wird mangels Grundlagen in dieser Analyse nicht berücksichtigt. Beispiele/Fotos zu allen Gebäudeklassen liegen im Teilprojekt 1 «Informationsbeschaffung/Analyse» vor.

Die anschliessende Zusammenstellung zeigt anhand von Typenskizzen die Klassen 1 bis 4 auf. Siehe auch Seite 7 des Teilprojektes 1: Informationsbeschaffung/Analyse. [2] Ebenso sind daraus die für die nachfolgenden Grafiken verwendeten Farben ersichtlich.

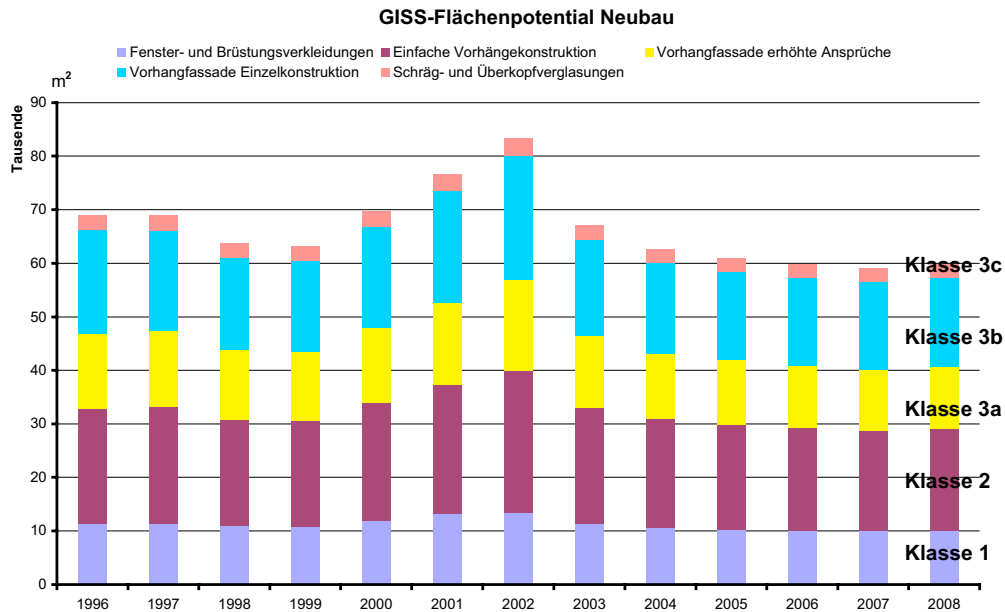
Typenskizzen	Gebäudehüllentypen	Grafikfarbe
	Klasse 1 Fenster- und Brüstungsverkleidungen	
	Klasse 2 einfache Vorhängekonstruktion	
	Klasse 3a Vorhangfassaden erhöhte Ansprüche Serien	
	Klasse 3b Vorhangfassaden erhöhte Ansprüche Einzelkonstruktionen	
	Klasse 3c Schräg- und Überkopffassaden	
	Klasse 4 Vordächer keine Angaben von Wüest & Partner	

Figur 1

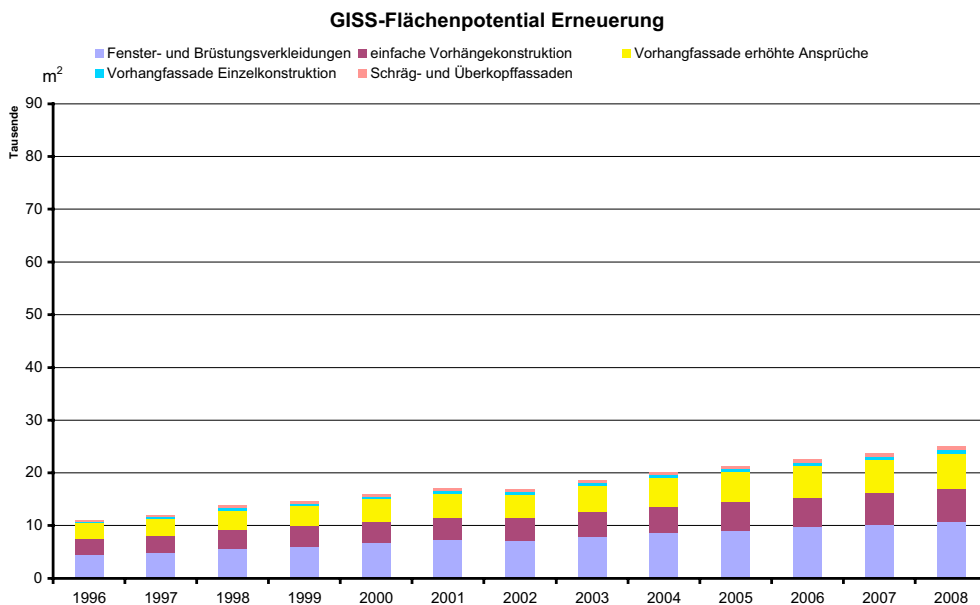
2 Zusammenfassung der Ergebnisse

Nach Evaluation des für GISS geeigneten Flächenpotentials durch folgende drei Reduktionsfaktoren 1. «Orientierung / Lage der Fassadenflächen», 2. «Aspekt des nahen Horizontes» und 3. «Aspekt der Konstruktion» (Reduktionsmassnahmen Kapitel 3a) zeigen die zwei folgenden Grafiken das Flächen-Potential der Fassadenflächen, Figur 2 für den Neubau und Figur 3 im Bereich der Erneuerung/Sanierung.

GISS-Flächenpotential (m²)
Neubau – Erneuerung/Sanierung



Figur 2



Figur 3

Interpretation der Daten

Gut sichtbar wird das deutlich höhere Neubaupotential. Ebenso die beim Neubaupotential höheren Anteile an einfachen Vorhangkonstruktionen (Gebäudeklasse 2) und Vorhangkonstruktionen für Einzelkonstruktionen (Gebäudeklasse 3b).

Beim Erneuerungspotential Figur 3 überragt der Anteil an Fenster- und Brüstungsverkleidungen Klasse 1, gefolgt vom Flächen-Anteil der Vorhangfassade für erhöhte Ansprüche, Klasse 3a.

Während im Bereich Neubaupotential für die Jahre 1998 / 1999 ein Rückgang der Bautätigkeit und für 2002 ein Bauboom erkennbar ist, steigt das Sanierungspotential regelmäßig an.

Die prozentualen Anteile nach Gebäudenutzung sind von W & P wie folgt geschätzt:
ca. 2 – 3 % für Einfamilienhäuser, ca. 5 % Anteil für Mehrfamilienhäuser, (für die Jahre 2004 bis 2008 steigt der Anteil bis 8%), für Büro- und Geschäftsbauten ca. 36 %, für Industrie und Gewerbe ca. 17%, für Gebäude der öffentlichen Infrastruktur ca. 38% und für übrige Gebäude 1%.

3 Potentialabschätzungen Vorgehen

Grundlage für die Schätzung der GISS-geeigneten Fassadenflächen (anspruchsvolle Glas-/Metallfassaden) bilden die Daten von Wüest & Partner AG aus dem Bericht «Fassaden in Metall/Glas, Ergebnisse der Marktanalyse 2004 [1]. Für das Neubaupotential bildet das Total der W&P-Flächen die Grundlage, für das Erneuerungspotential nur 40% des W&P-Totals. (60% des Totals der Erneuerungsflächen werden für die Sanierungsmassnahmen «Prüfung und Ausbesserung» und «Teilersatz» ausgewiesen und kommen für die Integration von Solarsystemen eher nicht in Frage und sind in der Erneuerungspotentialabschätzung nicht enthalten.)

3a Flächenpotential (m²)

Unter Berücksichtigung folgender 3 Kriterien erfolgt eine Reduktion der Ausgangsflächen:

1. Reduktion: Evaluation der «südorientierten» Fassaden»
2. Reduktion: Abschattung, Nähe zu anderen Gebäuden
3. Reduktion: Konstruktion, Fassadenaufbau und derer Neigung

Um keine Genauigkeiten vorzutäuschen, werden für alle Gebäudehüllentypen die gleichen Faktoren verwendet. Aus den drei oben genannten Faktoren wird ein gewichteter Faktor errechnet, welcher direkt auf die Daten von Wüst & Partner angewendet wird.

1. Reduktion

Unter dem Aspekt der Orientierung: «**Südorientierte** Fassaden»

Folgendes gilt für alle Gebäudehüllentypen gleichermassen:

Es wird davon ausgegangen, dass nur die best geeignete Fassade /die bestorientierteste Fassade für GISS genutzt wird. Um die «schnelle» Annahme «1 Gebäude, 4 Fassaden, 1 davon südorientiert» also Reduktionsfaktor 0.25, zu plausibilisieren, haben wir anhand von Architekturplänen, Katasterplänen etc. von 10 Objekten die «Südfassade» eruiert. Das Resultat entspricht fast der «schnellen» Annahme, nämlich 26.11%. Das heisst, dass wir in dieser Studie von einem Reduktionsfaktor für die Südorientierung von 0.3 ausgehen.

2. Reduktion

Aspekt der **Abschattung**, des nahen Horizontes und der Nähe zu anderen Gebäuden.

Annahme: ca. 75 % der «südorientierten» Flächen kann ohne grossen Verlust durch Abschattung genutzt werden. (Reduktionsfaktor: 0.8)

3. Reduktion

Aspekt der **Konstruktion**

Angenommen wird eine weitere Reduktion um 10% erzeugt durch Konstruktions-/Bauteile: (Reduktionsfaktor 0.9)

Gewichteter Reduktionsfaktor (1 + 2 + 3)

Aus den drei oben beschriebenen Reduktionsfaktoren ergibt sich ein gewichteter Reduktionsfaktor von 0.2. Das heisst: ca. 20% der gesamten Neubau-Fassadenflächen und 8% der gesamten Erneuerungsflächen werden für die Integration von Solar-Systemen als geeignet geschätzt.

Zusammenfassung Modell Reduktionen:

1. Reduktion «südorientiert»	0.3
2. Reduktion «naher Horizont»	0.8
3. Reduktion «Konstruktion»	0.9
Gesamtreduktion	0.2

3b Potential der installierten PV-Leistung in kW und Ertrag in kWh

Für die Berechnung der möglichen installierten Photovoltaik-Leistung gehen wir von einem Modulwirkungsgrad von 10% und einer Performance Ratio von 0.75 aus. Für die Berechnung eines potentiellen Ertrages an einer senkrechten Fassade setzen wir 770 kWh/m² a ein. Diese Einstrahlung ist der gewichtete Wert von 5 Einstrahlungswerten aus 5 Schweizer Städten auf eine senkrechte Fläche mit Ausrichtung zwischen Ost und West. (Einstrahlungsberechnungen mittels Simulationsprogramm Meteonorm V5.0) [3]

Berechnung einer mittleren Sonneneinstrahlung für die Errechnung eines potentiellen Ertrag:
Grundlage/Annahme für die Auswertung/Abschätzung des Potentials

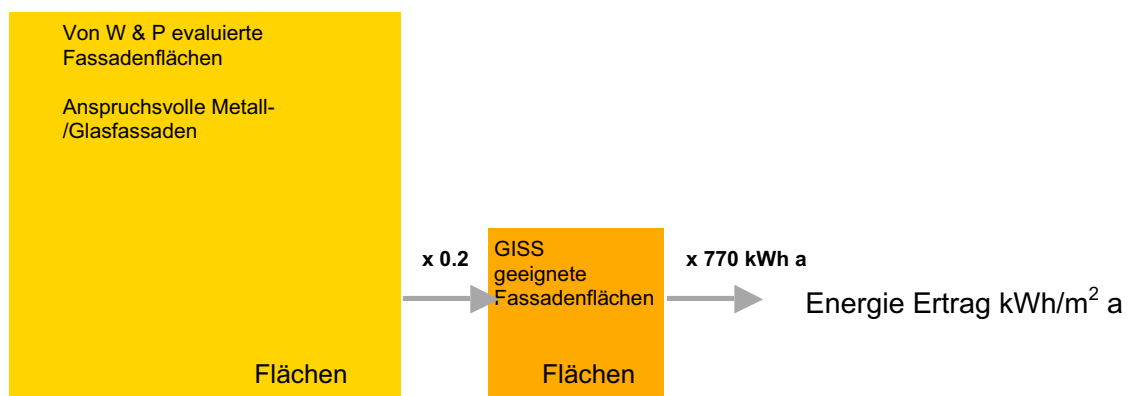
	Neigung 90°			Neigung 45°	horizontal
	minus 90° (Ost)	Süd	plus 90° (West)	Süd	
	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a
Lugano	722	1'000	751	1'390	1'186
Genf	741	946	767	1'371	1'206
Schaffhausen	689	873	702	1'246	1'099
Zürich	679	840	693	1'210	1'087
Basel	644	831	649	1'204	1'086
gewichtet	695	898	712	1'284	1'133
gewichtet		768.47			
		60%	100%		
		68%			100%

aufgerundet Annahme für Abschätzung **770** kWh/m² a

Mittlere Sonneneinstrahlung (senkrechte Fassade)

Eine Ausnahme bilden die Flächen des Gebäudehüllentyps 3b und v.a.3c, Schräg- und Überkopfverglasungen, die durch ihre Neigungen eine höhere Einstrahlung erhalten. Bei einer mittleren angenommenen Neigung zwischen 45° und 0° (horizontal) könnte für den Gebäudehüllentyp 3c von einer mittleren Einstrahlung von 1'135 kWh/m² a ausgegangen werden.

Zusammenfassung Schätzmodell



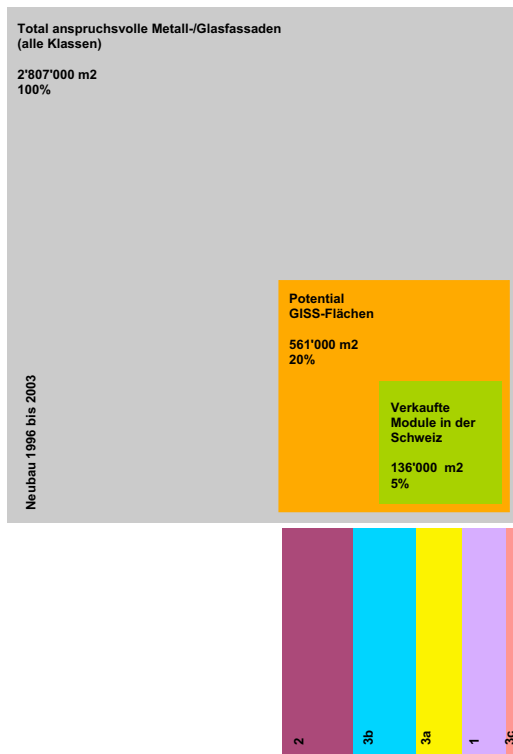
Figur 4

Fläche W&P – Reduktion 0.2 – PV- Leistung - Stromerzeugung

4 Neubaupotential Anspruchsvolle Metall- und Glasfassaden

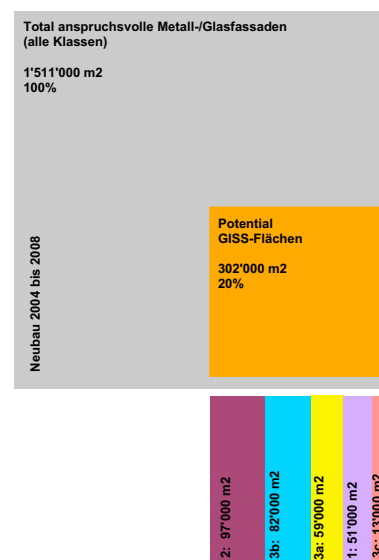
Untenstehende Grafik zeigt links das Flächenpotential für die «Vergangenheit» (Jahre 1996 bis 2003), auch im Vergleich mit den effektiv verkauften Modulen in der Schweiz. Rechts ist das für die Zukunft realisierbare Potential aufgezeigt. Die von W&P eruierten Fassadenflächen sind grau dargestellt, das GISS-Potential orange, die Aufteilung nach Gebäudeklassen in den in der Legende Seite 3 dargestellten Farben. Dabei gut erkennbar sind die beiden grössten Flächenpotentiale für die Gebäudeklasse 2, einfach Vorhängekonstruktionen und 3b, Vorhangfassaden für erhöhte Ansprüche.

1996 bis 2003 («verpasst»)

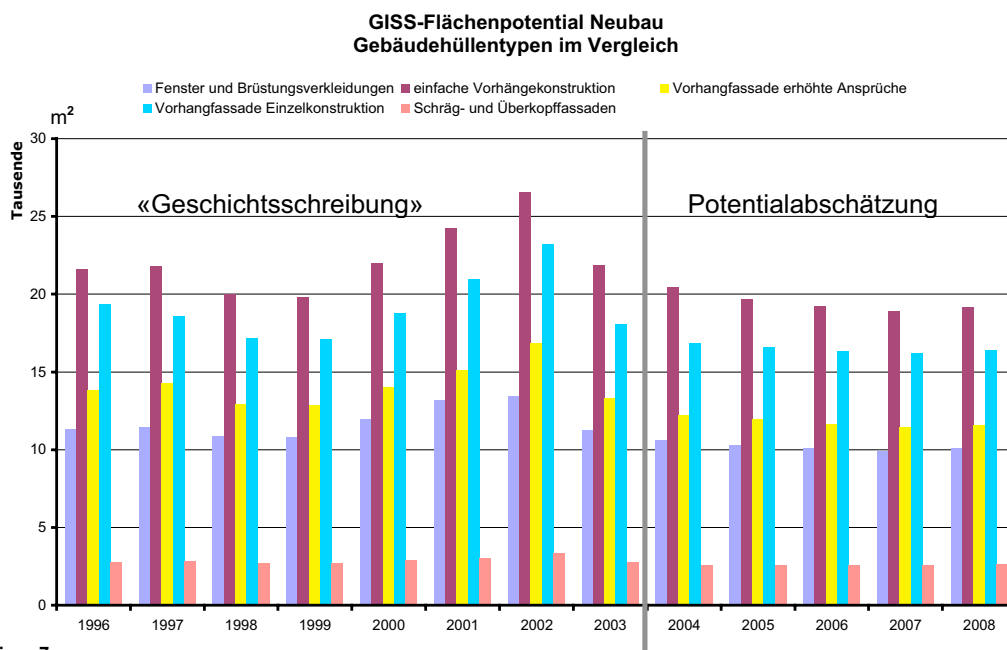


Figur 5

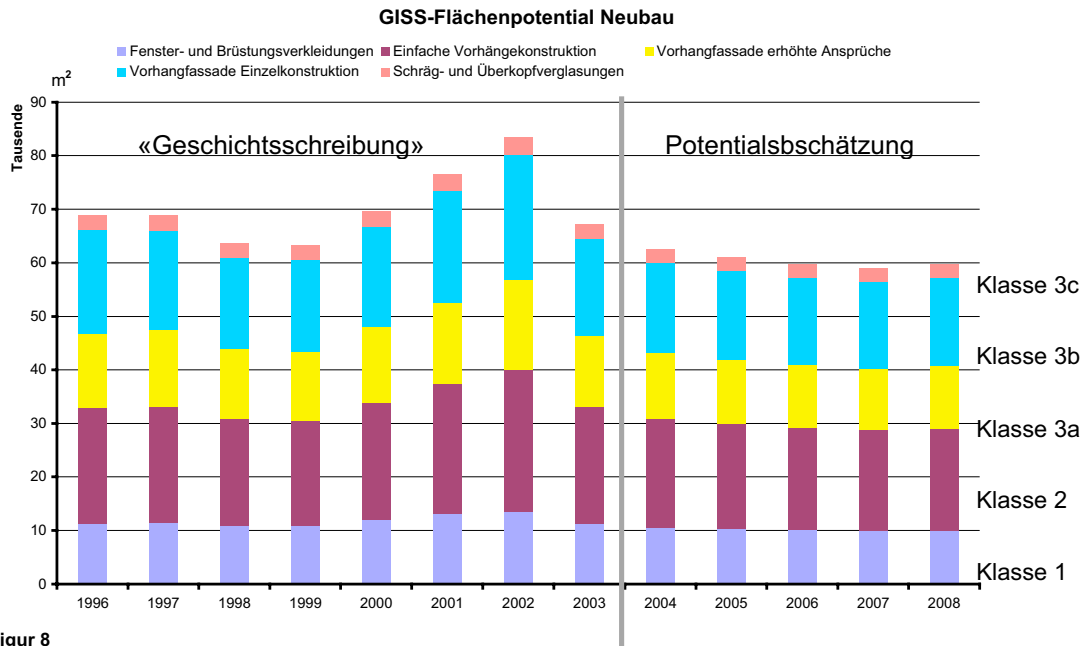
2004 bis 2008 (Potential)



Figur 6



Figur 7



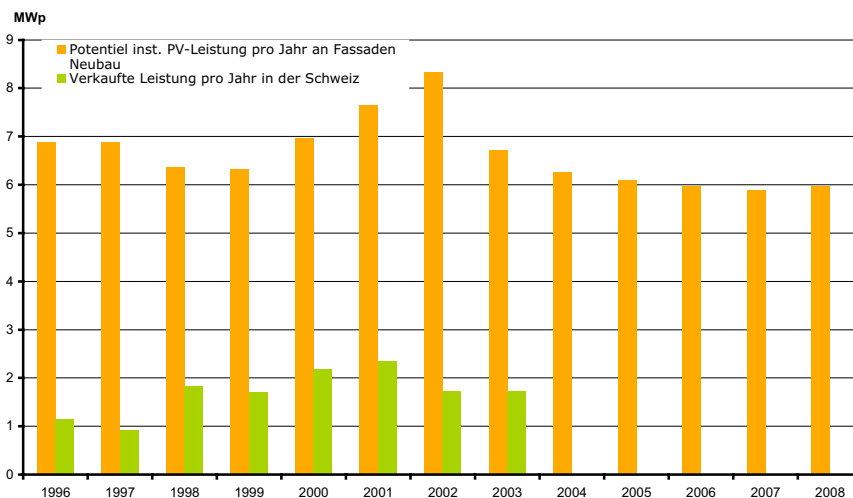
Figur 8

GISS Neubau-Potential in Zahlen, m²:

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1	11'309	11'428	10'893	10'828	11'968	13'180	13'442	11'220	10'584	10'287	10'069	9'929	10'067
2	21'620	21'770	19'993	19'766	21'969	24'249	26'543	21'866	20'433	19'659	19'202	18'886	19'126
3a	13'835	14'300	12'950	12'840	14'034	15'128	16'863	13'296	12'211	11'941	11'645	11'434	11'574
3b	19'368	18'551	17'186	17'108	18'743	20'923	23'185	18'038	16'846	16'559	16'318	16'206	16'428
3c	2'723	2'851	2'665	2'705	2'907	3'024	3'308	2'744	2'580	2'579	2'555	2'552	2'588
m2	68'855	68'899	63'687	63'247	69'620	76'505	83'342	67'164	62'655	61'026	59'788	59'007	59'783
	561'318							302'259					

Folgende Grafik zeigt den Vergleich des GISS Neubaupotentials (alle Gebäudehüllentypen) in MWp zu der Leistung der effektiv in der Schweiz verkauften Photovoltaikmodulen.

(Quelle: Markterhebung Sonnenenergie 2003, SOLAR, im Auftrag des BFE) [4]
Das GISS Potential ist orange dargestellt, die Leistung der verkauften PV-Module grün. Deutlich sichtbar ist, dass das Potential der GISS Fassadenflächen in der Schweiz, die effektiv realisierte Leistung um ein Vielfaches übersteigt.

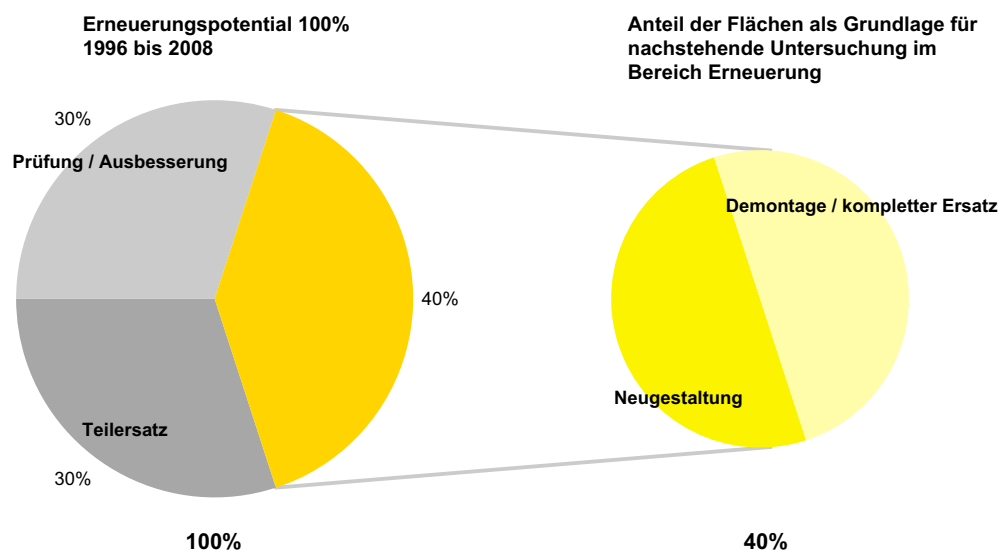


Figur 9

5 Erneuerungspotential Anspruchsvolle Metall- und Glasfassaden

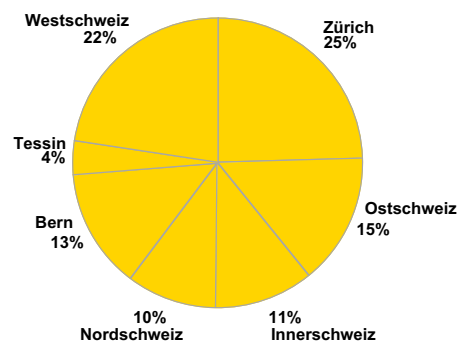
Die von Wüest & Partner für die Sanierung berechneten Fassadenflächen werden je zu 30% für die Sanierungsmassnahmen «Prüfung und Ausbesserung» und «Teilersatz der Fassaden» angenommen. Die restlichen 40% werden je zur Hälfte für eine **Neugestaltung** und den **kompletten Ersatz der Fassaden** ausgewiesen. Nur diese Flächen, also 40 % des gesamten Erneuerungspotentials, ist Grundlage für die Abschätzungen des für Photovoltaik geeigneten Flächenpotentials im Bereich der Fassadensanierung und Fassadenrenovation.

Die nachfolgende Grafik zeigt obenbeschriebenen Zusammenhang für das Sanierungsflächenpotential von 1996 bis 2008:



Figur 10

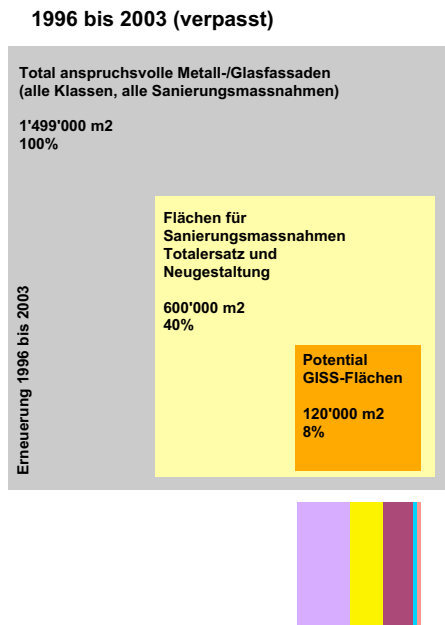
Die Verteilung nach Regionen ist in nachfolgender Grafik dargestellt. Die Regionen Zürich und Westschweiz weisen mit 25% respektive 22% den grössten Flächenanteil auf, der Kanton Tessin mit 4% den kleinsten Anteil.



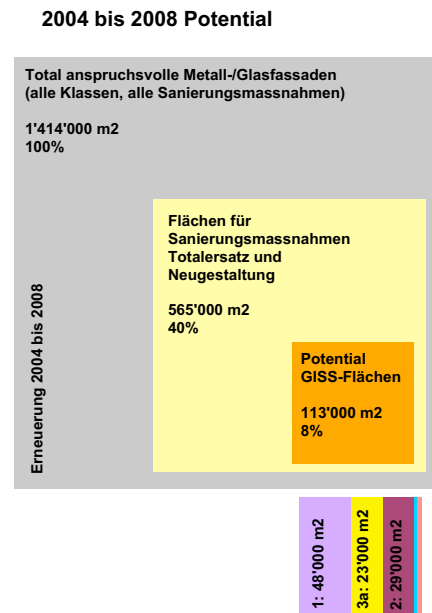
Figur 11

Ausscheidung/Schätzung des Anteils der PV-geeigneten Fassadenflächen

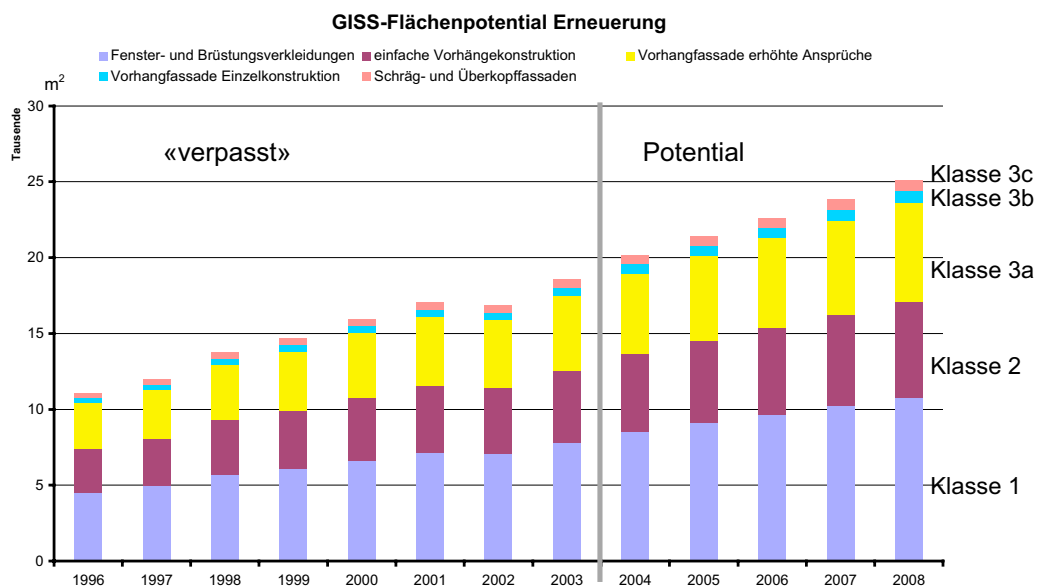
Durch eine erste Reduktion der Gesamtfläche (Reduktionsfaktor 0.4) und somit der Ausscheidung der Fassadenflächen mit den Sanierungsmassnahmen »Prüfung und Ausbesserung« und »Teilersatz« kommt dem entnommenen Flächenanteil für die Sanierungsmassnahmen »Demontage / kompletter Ersatz« (Totalersatz) und »Neugestaltung« eine ähnliche Bedeutung zu wie für die Fassadenflächen für den Neubau. Eine weitere Reduktion der Fläche wie nach den im Kapitel 3 beschriebenen Reduktionskriterien erfolgt mit dem gewichteten Reduktionsfaktor von 0.2.



Figur 12



Figur 13



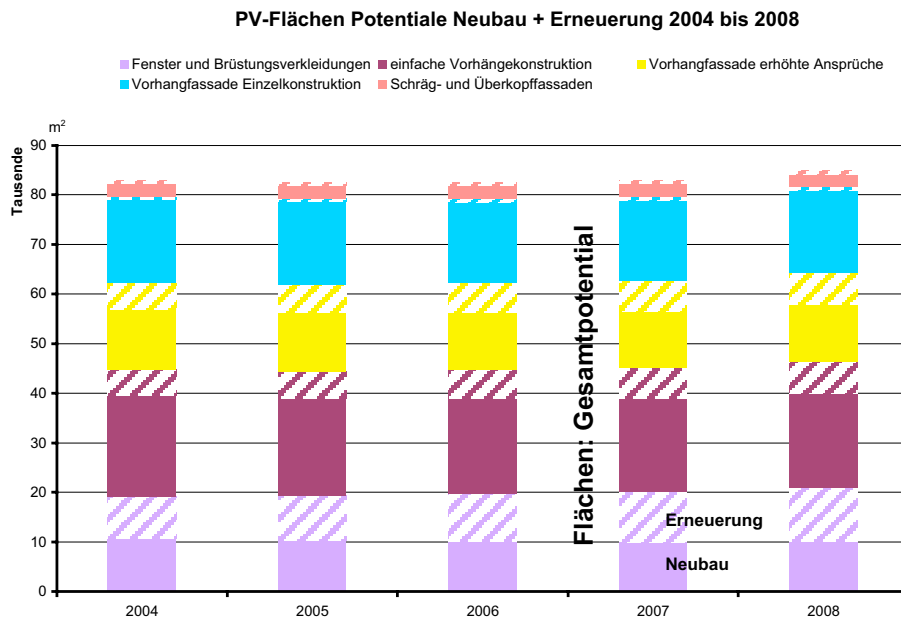
Figur 14

GISS Erneuerungs-Potential in Zahlen, m²:

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2007	2007	2008
1	4'502	4'946	5'676	6'094	6'652	7'170	7'107	7'854	8'559	9'112	9'669	10'227	10'782
2	2'950	3'119	3'607	3'823	4'124	4'398	4'316	4'727	5'110	5'402	5'697	5'994	6'292
3a	2'976	3'211	3'682	3'918	4'241	4'536	4'462	4'897	5'302	5'610	5'921	6'232	6'541
3b	311	349	394	425	466	504	501	554	605	645	685	725	764
3c	310	344	391	418	454	488	481	529	574	608	642	676	710
m2	11'049	11'969	13'750	14'678	15'938	17'095	16'866	18'562	20'151	21'377	22'614	23'854	25'090
119'907												113'086	

6 Blick in die Zukunft

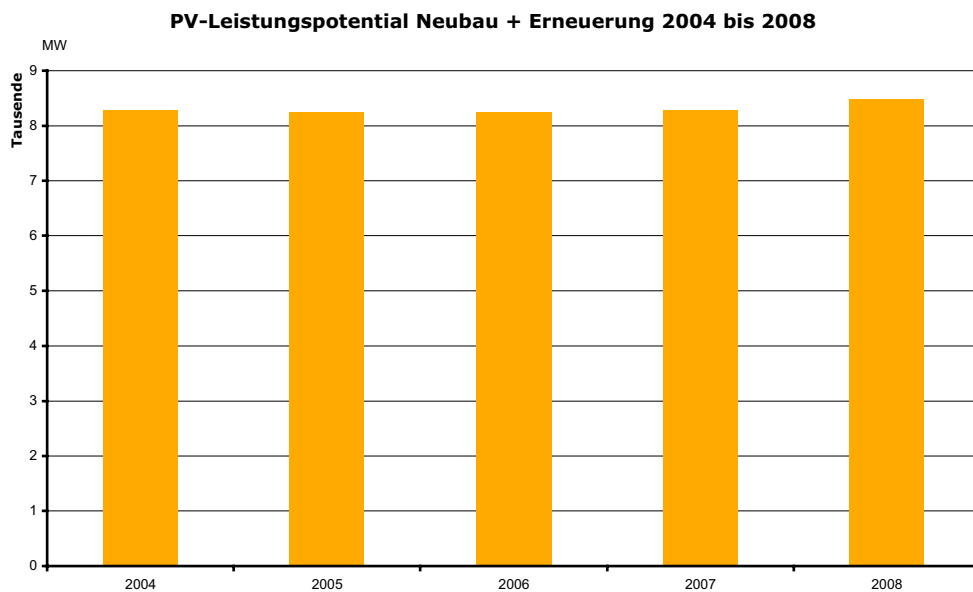
Neubaupotential und Erneuerungspotential für die Jahre 2004 bis 2008 Flächen m²



Figur 15

Die Grafik zeigt für die Jahre 2004 bis 2007 eine Stagnierung der Flächen von ca. 82'800 m² und für das Jahr 2008 eine leicht ansteigende Tendenz. Das grösste Potential bildet die Fläche des Gebäudehüllentyps 2, einfache Vorhängekonstruktion, gefolgt von der Fläche des Typs 3b, Vorhangfassade für erhöhte Ansprüche (Einzelkonstruktionen).

Leistung MW



Figur 16

7 Schlussfolgerungen

7a für die Fassadenbranche

Die Anwendung der Photovoltaik in Kombination mit anspruchsvollen Glas- und Fassadenkonstruktionen macht dann Sinn, wenn man aus dem ständigen Prototyp-realisieren herauskommt. Die unbestrittenen ökonomischen Vorteile der Kostenteilung und Substitution zwischen Metall- und Glasfassade einerseits und den immer noch teuren stromproduzierenden Photovoltaikmodulen kann nur dann genutzt werden, wenn Anwendungen und Produkte für die Glasfassadenbranche zur Verfügung stehen, die leicht und ohne Prototyp-Aufwand in den bestehenden Planungs- und Realisierungsprozess integriert werden können. Die Entscheidungsgrundlagen für die Zusatzvariante Solarstrom sollten bei günstiger Ausgangssituation mit kleinem Aufwand für Architekt und Investor bereitgestellt werden können. Nur so kann der Anteil dieser Objekte spürbar gesteigert werden.

7b für die Photovoltaikindustrie

In der Vergangenheit war für die involvierten Akteure der Photovoltaikbranche die Realisierung einer vollintegrierten Photovoltaik-Glasfassadenanlage die Suche nach der Nadel im Heuhaufen. Das Planungs- und Realisierungsfenster solcher Projekte ist ein Prozess, der sich über mehrere Jahre erstreckt. Die «Windows of opportunity», wie sie zum Beispiel von den städtischen Solarstrombörsen gegeben sind, sind Ausschreibungszeiträume von 3 – 6 Monate mit unmittelbar anschliessender Realisierung. Die Zeitpläne passen hier nicht. Die Glasfassadenindustrie stand bis heute der Photovoltaik-Kombination zurückhaltend bis abweisend gegenüber, weil dahinter in der heutigen Wahrnehmung nicht nur mehr Umsatz, sondern eben auch mehr Risiko und mehr Aufwand in der Planung stehen. Es ist Aufgabe der Solarstrombranche, hier durch die Bereitstellung entsprechender Informationen und auch Produkte, den gordischen Knoten zu durchschlagen oder besser zu entwirren. Das in dieser Studie gefundene Anwendungspotential zeigt, dass auch in der Schweiz das heutige Marktgeschehen über steigende Anwendungspotentiale besteht.

Falls es gelingt, im Zusammenhang mit den Bemühungen für die Marktöffnung 2 auch in der Schweiz die kostendeckende Vergütung flächendeckend für Solarstrom einzuführen, könnte die Frage der Projektfinanzierung heute abhängig von Solarstrombörsen und ihren zeitlichen Verfügbarkeiten gelöst werden. Angesichts des grossen und intelligenten Anwendungspotentials lohnen sich hier weitere Anstrengungen.

8 Quellen

- [1] Fassaden in Metall / Glas, Ergebnisse der Marktanalyse 2003 und 2004
Wüest & Partner AG im Auftrag der Schweizerischen Zentrale für Fenster und Fassaden
- [2] Schweizerische Zentrale für Fenster und Fassaden
Teilprojekt 1: Informationsbeschaffung/Analyse, 7.11.2003
- [3] METEONORM V5.0, Simulationsprogramm
- [4] Markterhebung Sonnenenergie 2002
Teilstatistik der Schweizerischen Statistik der erneuerbaren Energien

Schlussbericht PV 100141, 150173 / Dietikon, Dezember 2005

GISS Gebäude-Integrierte Solarstrom-Systeme

(Building Integrated Photovoltaic BIPV)

Teilprojekt 4 **Handbuch/Argumentarium**

SZFF Projektteam GISS

Projekt GISS

Teilprojekt 4 'Argumentarium'

Konzept

Verfasser energiebüro® – Die Solarplaner
Christian Meier, Roland Frei



Datum August 2004

1 Projekt und Personen

Projekt	GISS
Auftraggeber	BFE EWZ
Vertreter	SZFF
Verfasser	energiebüro® zürich - Die Solarplaner Limmatstrasse 230 8005 Zürich Christian Meier Dipl. Ing. HTL/STV Roland Frei, Dipl. Natw. ETH
Verteiler	Projektteam GISS
Datum	August 2004

2 Inhaltsverzeichnis

1	Projekt und Personen	2
2	Inhaltsverzeichnis	2
3	Zielpublikum	3
4	Informations- und Lernziele	3
5	Internetplattform.....	5
5.1	Struktur und Sitemap	5
5.2	Hauptmenu - Einstiegsseite	6
5.3	Solar-Organisation	7
5.4	Solar-Technik	8
5.5	Solar-Eignung	15
5.6	Solar-Grundlagen.....	16
5.7	Impressum.....	19
6	Weitere Massnahmen	20
6.1	Planerseminare	20
6.2	Redaktionelle Beiträge	21

3 Zielpublikum

Das Teilprojekt 4 beabsichtigte, ein **Handbuch und Argumentarium** für das Zielpublikum Bauherren, Investoren und Planer in Form einer Solarstrom-Planungshilfe für Planer und Fassadenbauer zu erarbeiten (z.B. CD-Rom mit FAQ).

Aufgrund der vorgängigen Projektphasen wurde festgestellt, dass die Arbeit in einer sehr frühen Planungsphase Wirkung erzeugen muss, die Bedürfnisse lassen sich kurz wie folgt definieren:

- Architekt will gestalterische Lösungen
 gute Objektbeispiele
- Bauherr will klare Verantwortlichkeiten
 und klare Gewährleistung
- Fassadenplaner braucht Grundkenntnisse, um in frühen
 Projektphasen ohne Solarspezialisten
 bestehen zu können
- Fassadenbauer braucht verständliche Ausschreibungen
 will Systemsicherheit

4 Informations- und Lernziele

In Verfeinerung der ursprünglichen Projektbeschreibung wurden folgende Ziele für das TP 4 festgelegt:

- Vermittlung solares Grundwissen (Survival Kit)
- „Tool Box“ PV ja oder nein, Integrationskriterien, Eignungskriterien
- Einfache Leistungsausschreibung
- Effizienter Zugriff auf Anbieteradressen und Produktdaten

Um die erkannten Informationsbedürfnisse möglichst vielseitig erfüllen zu können, wurde beschlossen, anstelle eines Handbuches oder einer CD auf der Homepage der SZFF ein Internet-Informationsportal „Solarstrom-Fassaden“ zu veröffentlichen, welches alle notwendigen Informationen resp. Links zu vorhandenen Informationen möglichst einfach und effizient zur Verfügung hält und laufend aktualisierbar ist.

Diese Internetinformationen sind aufbereitet und wurden im Rahmen der Swissbau 2005 in der Sonderschau „Smartpowerhouse“ einem interessierten Publikum vorgestellt. Nach definitiver Bereinigung wurde das Portal im Frühjahr 2005 auf www.solarfassaden.ch und www.szff.ch öffentlich zugänglich gemacht.

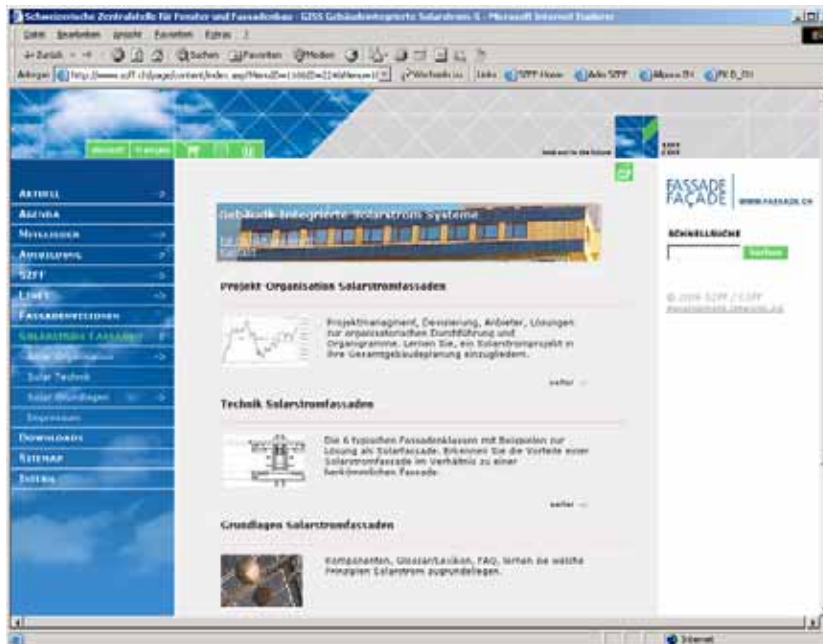
Die Internetplattform und weitere mögliche Tools wie Planerkurse o.ä. verfolgen dabei folgende Lernziele:

- Lernziel 1 "Grundlagen"
Die Fassadenplaner kennen die Grundlagen der Photovoltaik und deren Integration am Gebäude.
- Lernziel 2 "Tool "
Die Fassadenplaner kennen das "Photovoltaik Tool" und können diese selbständig anwenden.
- Lernziel 3 "Vorteile"
Die Fassadenplaner kennen die Vorteile und Eigenschaften von Photovoltaikanlagen an den 5 Gebäudegruppen.
- Lernziel 4 "Killerargumente"
Die Fassadenplaner erkennen die gängigen Killerargumente und können diese überzeugend entkräften.
- Lernziel 5 "Projekt-Organisation"
Die Fassadenplaner kennen die sinnvolle Organisation für GISS-Projekte und wenden passende Schnittstellendefinition an.
- Lernziel 6 "Devisierung"
Die Fassadenplaner kennen den Umgang mit gängigen Devisierungsprozeduren (Leistungsbausteine) und kennen die bekanntesten Systemanbieter.
- Lernziel 7 "weitere Informationen"
Die Fassadenplaner wissen, wo sie zu weiteren Informationen kommen.

5 Internetplattform

5.1 Struktur und Sitemap

Um die beschriebenen Informationsbedürfnisse und Lernziele möglichst vielseitig erfüllen zu können, wurde auf der Homepage der SZFF ein Informationsportal „Solarstrom-Fassaden“ veröffentlicht, welches alle notwendigen Informationen resp. Links zu vorhandenen Informationen möglichst einfach und effizient zur Verfügung hält.



Die Menustruktur enthält folgende Hauptabschnitte und Untermenüs:

SOLARSTROM-FASSADEN

Solar Organisation

- Projektmanagement
- Projektablauf
- Devisierung
- Anbieter

Solar Technik

Solar Grundlagen

- Komponenten
- Glossar
- FAQ
- Kostenvergleiche

Impressum

Auf den folgenden Seiten sind einige Inhalte zur Illustration als Print-outs dargestellt.

5.3 Solar-Organisation

Diese Seiten enthalten grundsätzliche Hinweise und Hilfsmittel zu:

Projektmanagement

Hier finden Sie Informationen zu professionellem Management von Solarstrom-Projekten. Organigramm und Schnittstellendefinitionen helfen Ihnen im Planen einer Anlage.

Projekt Ablauf

Hier finden Sie einen Planungsablauf nach Erfahrungswerten von langjährigen Solarplanern.

Devisierung

Hier finden Sie Informationen zur Devisierung. Ein Musterdevis zeigt Ihnen, welche Leistungsbausteine bei einer Solarstromanlage massgebend sind.

Anbieter

Hier finden Sie Informationen zu professionellen Solarfachplanern und Solarsystemanbietern in ihrer Gegend.

Objekt Eignung

Hier können Sie abschätzen, ob ihr Objekt grundsätzlich geeignet ist.

5.4 Solar-Technik

Hier befinden sich professionelle Angaben und Lösungen für den einem Projekt entsprechenden Gebäudehüllentyp.

Gebäudehüllentyp: Klasse 1

Fenster und Brüstungsverkleidungen

Gebäudehüllentyp: Klasse 2

Einfache Vorhangkonstruktionen. Pfosten Riegel oder Element Lösungen

Gebäudehüllentyp: Klasse 3a

Vorhangfassade mit erhöhten Ansprüchen (Serien)

Gebäudehüllentyp: Klasse 3b

Vorhangfassade mit erhöhten Ansprüchen. Grosser Anteil an Einzelstücken in Produktion.

Gebäudehüllentyp: Klasse 3c

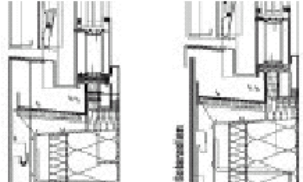
Schräge und Überkopffassaden mit erhöhten Ansprüchen. Grosser Anteil an Einzelstücken.

Gebäudehüllentyp Klasse 4

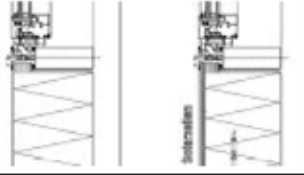
Vordächer

Zu jeder der sechs Klassen sind konventionelle Lösungen und Solarstromintegration in verschiedenen Kriterien einander gegenübergestellt. Dazu können Typenschnitte, Beispiele und Auszüge aus der Marktpotenzialstudie heruntergeladen werden. (siehe Print-outs auf den folgenden Seiten)

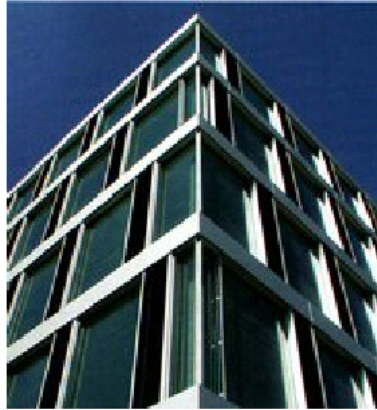
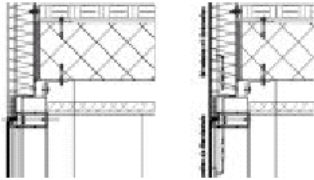
Klasse 1: Fenster- und Brüstungsverkleidungen

Material	Konventionelle Fassade	Solarstrom Fassade
Photo		
Wärmedämmung	gut	gut
Schalldämmung	gut	gut
Wetterschutz	gut	gut
Brandschutz	gut	gut
Stromproduktion	keine	Solar
Werksgarantie (gem. SIA)	Fassadenbauer	Fassade: Fassadenbauer Solaranlagekompl.: Solarsystemanbieter
Potenzial für diese Klasse in der Schweiz 2005...2008	Neubau ca. 40'000 m2 Erneuerung ca. 40'000 m2	
Typenschnitte		
Vorteile Solarfassade	Sonst nicht genutzte Fläche hat eine Funktion. Solarstrom produziert umweltfreundliche Energie. Solarstrom ergibt neue arch. Gestaltungsmöglichkeiten.	
Download	Beispiele von Solarfassaden Klasse 1 Fassadenschnitte Detailschnitte Potenzial gemäss Marktstudie	

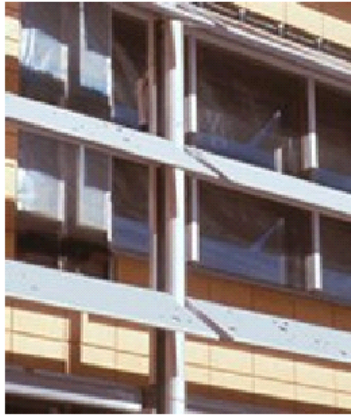
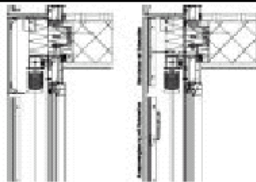
Klasse 2: Einfache Vorhangkonstruktionen. Pfosten Riegel oder Element Lösungen

Material	Konventionelle Fassade	Solarstrom Fassade
Photo		
Wärmedämmung	gut	gut
Schalldämmung	gut	gut
Wetterschutz	gut	gut
Brandschutz	gut	gut
Blendschutz	zusätzlich nötig	Solar integriert
Überhitzungsschutz	zusätzlich nötig	Solar integriert
Tageslichtnutzung	gut	gut
Stromproduktion	keine	Solarfassade
Werksgarantie (gem. SIA)	Fassadenbauer	Fassade: Fassadenbauer Solarteile: Solarsystemanbieter
Potenzial für diese Klasse in der Schweiz 2005...2008	Neubau ca. 75'000 m2 Erneuerung ca. 23'000 m2	
Typenschnitte		
Vorteile Solarfassade	Solarstrom ergibt neue arch. Gestaltungsmöglichkeiten. Kein zusätzlicher Blend- & Überhitzungsschutz nötig (Kosteneinsparung).	
Download	Beispiele von Solarfassaden Klasse 2 Fassadenschnitte Detailschnitte Potenzial gemäss Marktstudie	

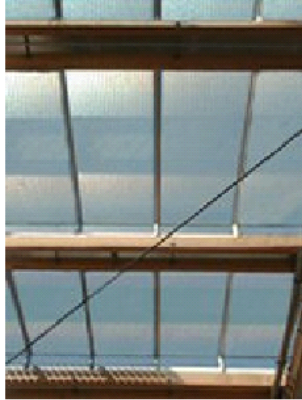
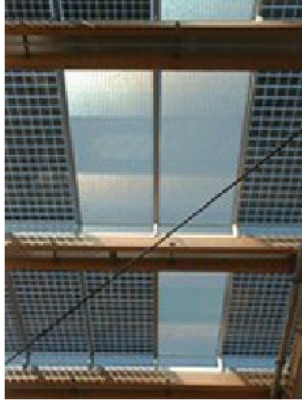
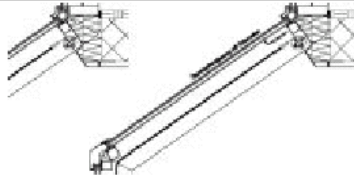
Klasse 3a: Vorhangfassaden mit erhöhten Ansprüchen (Serien)

Material	Konventionelle Fassade	Solarstrom Fassade
Photo		
Wärmedämmung	gut	gut
Schalldämmung	gut	gut
Wetterschutz	gut	gut
Brandschutz	gut	gut
Stromproduktion	keine	Solarfassade
Werksgarantie (gem. SIA)	Fassadenbauer	Fassade: Fassadenbauer Solarteile: Solarsystemanbieter
Potenzial für diese Klasse in der Schweiz 2005...2008	Neubau ca. 45'000 m2 Erneuerung ca. 24'000 m2	
Typenschnitte		
Vorteile Solarfassade	Solarstrom ergibt neue arch. Gestaltungsmöglichkeiten. Sonst nicht genutzte Fläche hat eine Funktion. Solarstrom produziert umweltfreundliche Energie.	
Download	Beispiele von Solarfassaden Klasse 3a Fassadenschnitte Detailschnitte Potenzial gemäss Marktstudie	

Klasse 3b: Vorhangfassaden mit erhöhten Ansprüchen. Grosser Anteil an Einzelstücken in Produktion.

Material	Konventionelle Fassade	Solarstrom Fassade
Photo		
Wärmedämmung	gut	gut
Schalldämmung	gut	gut
Wetterschutz	gut	gut
Brandschutz	gut	gut
Blendschutz	integriert	integriert
Überhitzungsschutz	gut	gut
Tageslichtnutzung	gut	optimal
Stromproduktion	keine	Solar
Werksgarantie (gem. SIA)	Fassadenbauer	Fassade: Fassadenbauer Solarteile: Solarsystemanbieter
Potenzial für diese Klasse in der Schweiz 2005...2008	Neubau ca. 65'000 m2 Erneuerung ca. 2'800 m2	
Typenschnitte		
Vorteile Solarfassade	Meist ideal ausgerichtete Flächen für Solarstrom. Gut sichtbare Solarpaneele schaffen positives Image. Solarstrom ergibt idealen Blendschutz & Beschattung.	
Download	Beispiele von Solarfassaden Klasse 3b Fassadenschnitte Detailschnitte Potenzial gemäss Marktstudie	

Klasse 3c: Schräge und Überkopffassaden mit erhöhten Ansprüchen. Grosser Anteil an Einzelstücken

Material	Konventionelle Fassade	Solarstrom Fassade
Photo		
Wärmedämmung	gut	gut
Schalldämmung	gut	gut
Wetterschutz	gut	gut
Brandschutz	gut	gut
Blendschutz	zusätzlich nötig	Solar integriert
Überhitzungsschutz	zusätzlich nötig	Solar integriert
Tageslichtnutzung	gut	gut
Stromproduktion	keine	Solar
Werksgarantie (gem SIA)	Fassadenbauer	Fassade: Fassadenbauer Solarteile: Solarsystemanbieter
Potenzial für diese Klasse in der Schweiz 2005...2008	Neubau ca. 10'000 m2 Erneuerung ca. 2'500 m2	
Typenschnitte		
Vorteile Solaranlage	Kein zusätzlicher Blend- & Überhitzungsschutz nötig (Kosteneinsparung). Gut sichtbare Solarpaneele schaffen positives Image. Ausgeprägte architektonische Gestaltungsmöglichkeiten.	
Download	Beispiele von Solarfassaden Klasse 3c Fassadenschnitte Detailschnitte Potenzial gemäss Marktstudie	

Klasse 4: Vordächer

Material	Konventionelle Fassade	Solarstrom Fassade
Photo		
Wetterschutz	gut	gut
Blendschutz	zusätzlich nötig	Solar integriert
Überhitzungsschutz	zusätzlich nötig	Solar integriert
Tageslichtnutzung	gut	gut
Stromproduktion	keine	Solar
Werksgarantie (gem. SIA)	Fassadenbauer	Fassade: Fassadenbauer Solarteile: Solarsystemanbieter
Typenschnitte		
Vorteile Solarvordach	Gut sichtbare Solarpaneele schaffen positives Image. Solarstrom ergibt idealen Blendschutz & Beschattung. Ideale architektonische Gestaltungsmöglichkeiten.	
Download	Beispiele für Solarvordächer Klasse 4 Fassadenschnitte Detailschnitte	

5.5 Solar-Eignung

Wieviel Solarstrom ist zu erwarten?

Auswirkungen von Region und Fassadenexposition

Region

Bei einer vertikalen Südfassade lassen sich je nach Region pro Quadratmeter im Jahr zwischen 55 und 80 Kilowattstunden Solarstrom produzieren.



Bild: Solarstrom-Ertrag in Kilowattstunden pro Quadratmeter Südfassade (vertikal) pro Jahr

Basis bildet eine Voll-Belegung der Solarelemente mit kristallinen Solarzellen. Wird die Belegungsichte verringert, reduziert sich der Ertrag proportional. Bei Dünnschichtzellen ist der Ertrag pro Quadratmeter rund halb so gross.

Exposition

Je nach Exposition der Fassade bzw. der Fassadenteile kann der oben ermittelte Betrag mit nachstehenden Faktoren multipliziert werden. (W = Westen, S = Süden, E = Osten)

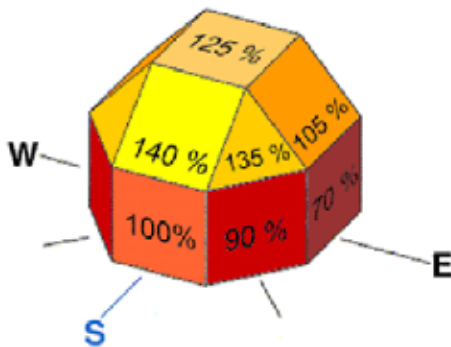


Bild: Solarstrom-Ertrag in Abhängigkeit der Fassadenexposition

Beispiel
 Fläche: 100 m² Südfassade
 Standort: Genf (auf der Karte grün: 65 kWh/m² pro Jahr)
 Resultat: 100 x 65 = 6'500 kWh Solarstrom pro Jahr

Falls die Fassade nach Südosten (zwischen S und E) gerichtet wäre:
 Südfassade: 6'500 kWh Solarstrom pro Jahr (Resultat von oben)
 Faktor: SE = 90 % (rote Fläche auf dem stilisierten Gebäude)
 Resultat: 90% x 6'500 = 5'850 kWh Solarstrom pro Jahr

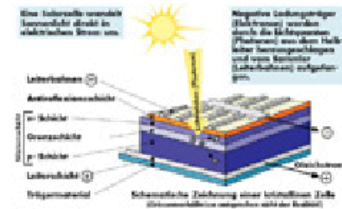
5.6 Solar-Grundlagen

Komponenten

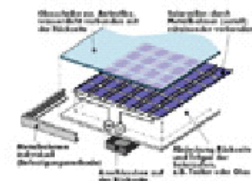
Solarstrom Komponenten

Solar-Zelle/ Solarstrom-Modul

Solarzellen bestehen aus Halbleitermaterial, meist Silizium. Trifft Sonnenlicht auf die Solarzelle, werden Elektronen energetisch aktiviert. Da die Vorder- und die Rückseite der Zelle unterschiedlich gepolt sind, können die Elektronen fließen - es fließt Strom. Viele Solarzellen zusammengeschlossen und wetterfest in Glas oder Kunststoff eingepackt ergeben zusammen ein Solar-Modul.



Aufbau eines Standard-Solarmoduls, Glas-Kunststoff oder Glas-Glas



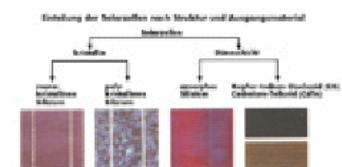
Solarstrom-Anlage

Die wichtigsten Bauteile von Solarstromanlagen sind die Solarmodule sowie der Wechselrichter, welcher den produzierten Strom netzkonform ins öffentliche Netz einspeist. Dazu kommen noch einige Sicherungen und Schutzelemente und selbstverständlich der rückwärts laufende Kilowattstundenzähler, welcher die produzierte Solarstrommenge zählt.



Solarzellen-Typen

Je nach Kristallart unterscheidet man drei Zelltypen: monokristallin, polykristallin und amorph. Bei der Herstellung von monokristallinen Siliziumzellen erhält man beachtlich hohe Wirkungsgrade. Kostengünstiger ist die Herstellung von polykristallinen Zellen. Wird auf Glas oder anderes Substratmaterial eine Siliziumschicht abgeschieden, spricht man von amorphen bzw. Dünnschichtzellen. Die Wirkungsgrade von Dünnschichtzellen sind ca. halb so gross wie bei der anderen Zelltypen. Anwendung finden sie trotzdem, z.B. als teils lichtdurchlässige Beschattungselemente.



Klicken sie auf die Bilder zum Vergrössern.

Quelle: Solar Power Box, ein praxisbezogenes Lehrmittel zum Thema Photovoltaik; kann bezogen werden bei: TNC Consulting AG, 8703 Erlenbach, www.tnc.ch

Glossar

Von Albedo bis Zelle...

Glossar										
A - C	D - F	G - I	J - L	M - O	P - S	T - V	W - Z	0 - 9	#	
A										
Air Mass (AM)										
Albedo										
Amortisation										
Aufdachmontage										
Aufstellwinkel										
Ausrichtung einer Solaranlage										
Azimutwinkel										
B										
Bestrahlungsstärke										
Betriebskosten										
Blitzschutz und Erdung										
Bypassdiode										
C										
CdTe (Cadmium-Tellurid)										
CIS-Zellen										
CO ₂										

FAQ

Die 9 häufigsten Argumente gegen Solarstrom und warum sie nicht wahr sind!

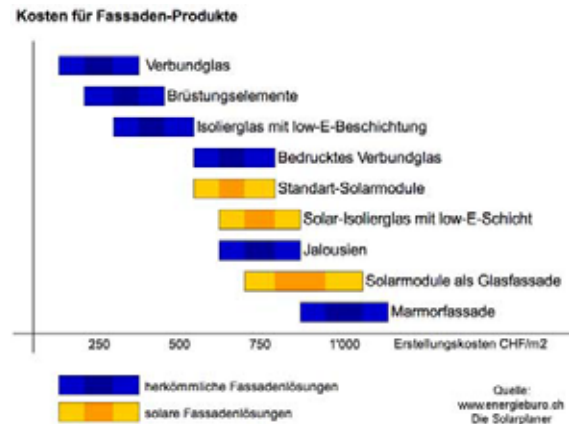
- | | |
|--|--|
| 1. Solarstrom ist zu teuer | Solarstrom-Fassaden sind zwar teurer als übliche Fassaden, aber die solare Stromproduktion erwirtschaftet einen Ertrag! Bei entsprechenden Anlagen können die Kosten für Beschattung und Überhitzungsschutz eingespart werden. Bei kostendeckender Vergütung von Solarstrom können Solaranlagen wirtschaftlich betrieben werden. |
| 2. Solarstrom ist kompliziert | Die Montage erfolgt gleich wie bei normalen Fassaden. Es gibt lediglich Anschlusskabel welche gesteckt werden müssen! |
| 3. Solarstrom braucht viel Wartung | Solarstromanlagen begnügen sich in der regel mit einer jährlichen Kontrolle. Die Fassadenteile braucht genauso wenige Wartung wie eine normale Fassade. Es gibt praktisch keinen Mehraufwand! |
| 4. Solar-Fassaden sind nicht gegen Hagel geschützt | Eine Solar-Fassade ist genauso gut gegen Hagel oder jeden anderen äusseren Einfluss geschützt wie eine normale Fassade! |
| 5. Solarstromanlagen brauchen mehr Energie zur Herstellung als sie jemals bringen (graue Energie, Energierückzahlzeit) | Solarstromanlagen haben die für die Produktion aufgewendete Energie innerhalb von 4 bis 5 Jahren zurückgezahlt.

<u>Bericht</u> Energierückzahlzeit |
| 6. Fassadenbauer müssen grosse Risiken eingehen | Solarsystemanbieter als Subunternehmer eingesetzt übernehmen die einschlägigen Werks- und Materialgarantien gemäss SIA 118. |
| 7. Solarstrom-Module sind immer blaue, karierte Platten | Heutzutage gibt es eine Vielzahl von Farben und Strukturen, welche zur Gestaltung der Solarfassaden verwendet werden. Es gibt sogar teil-lichtdurchlässige Solarstrom-Module. |
| 8. Solar-Zellen können nicht recyclet werden | Heutzutage gibt es eine Reihe von Verfahren, um Solarstrommodule zu recyceln und das diese Weise Silizium gewinnen welches mit weniger Energie hergestellt wurde wie bei konventionellem Abbau! |
| 9. Solarstrom ist nicht als SOLarstrom zu erkennen | Das zertifizierte Label 'naturemade' garantiert ökologische und wirtschaftlich Transparenz bzgl. der Solarstromproduktion in der ganzen Schweiz. |

Kostenvergleiche

Durchschnittliche Kosten für verschiedene Fassaden

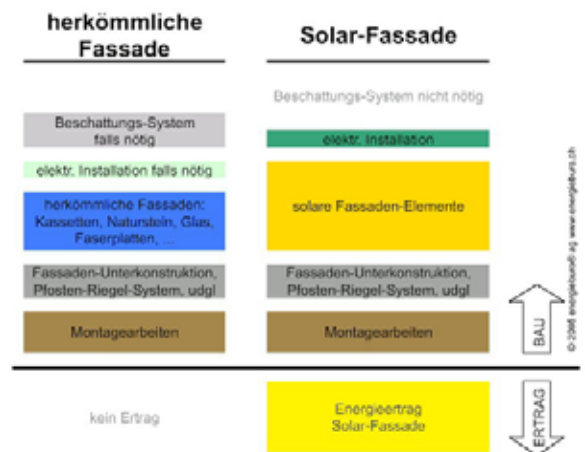
Je nach Fassadentyp kann eine herkömmliche Fassade z.B. aus Marmor durchaus teurer sein als eine Solarfassade. Diese erfüllt als architektonisch hochwertiges Gestaltungselement dabei dieselben Funktionen. Zusätzlich wird während Jahrzehnten Solarstrom produziert



Differenzkosten zu herkömmlichen Fassaden

Solare Fassadenelemente erfüllen neben der Stromproduktion verschiedene weitere Funktionen einer Gebäudehülle: Beschattung, Isolation, Blendschutz, architektonisch hochwertiges Gestaltungselement, usw. Dadurch können teilweise herkömmlichen Fassadeninvestitionen eingespart werden. Von den Mehrkosten bei Solarfassaden werden alle Bauinvestitionen abgezogen, welche dadurch eingespart werden (Fassadenelemente, Verbundglas, Beschattungseinrichtungen, udgl.). Kosten für Unterkonstruktion und Montagearbeiten bleiben praktisch identisch. Positiv wirkt sich bei Solar-Fassaden die zusätzlich während 20 – 30 Jahren erzeugte solare Energieertrag aus, auch finanziell.

Kostenvergleich für Fassaden (schematisch)



5.7 Impressum

Das Impressum enthält Angaben zum Projektbeschreibung, den Finanzierungspartnern und dem Projektteam. Ausserdem können die Berichte hier auch als PDF heruntergeladen werden.

6 Weitere Massnahmen

6.1 Planerseminare

Ergänzend zu den Internetinformationen ist vorgesehen, für interessierte Planer und andere Fassadenfachleute ein- bis zweitägige Fachkurse anzubieten. Das Kursprogramm umfasst voraussichtlich folgende Inhalte:

1. Einführung
2. Grundlagen
 - Solarstrahlung
 - Winkeldefinition
 - PV-Anlagensysteme und PV-Anwendungen
 - Netzkoppelung
 - Photovoltaischer Effekt und Solarzellen
 - Eigenschaften von Solarzellen
 - Solarzellenmodell
3. Komponenten von PV-Anlagen
 - PV-Module
 - Generatoranschlusskasten,
 - Wechselrichter
 - Installationstechniken
 - Kabel und Leitungen
 - Schutz und Zählereinrichtungen
 - Erdung, Blitz- und Überspannungsschutz
4. Standortdefinition, Objektanalyse
 - Kundenberatung und -gespräch
 - Standortanalyse der PV-Anlage
 - Verschattungsanalyse
 - Checklisten zur Gebäudedefinition
5. Auslegung und Definition der Anlage
 - Anlagengröße
 - Wechselrichterstandort
 - Einspeiseort
 - Devisierung
 - Projektorganisation
 - Schnittstellen
 - Checklisten zur Devisierung & Projektorganisation
6. Montagesysteme und Gebäudeintegration
 - Schrägdach, Flachdach und Fassade: 5 Typen
 - Sonnenschutz- und Glasdachkonstruktionen
 - Module zur Gebäudeintegration
 - Montageverfahren
 - architektonische Gesichtspunkte
 - Dimensionierungshinweise für gebäudeintegrierte PV-Anlagen
 - PV im Gebäudeenergiekonzept
 - Beispiele ausgeführter Anlagen

7. Photovoltaik und Baurecht

- Baugenehmigung
- Technische Regeln für Glasprodukte
- Überkopfverglasung
- Vertikalverglasung
- Verantwortung im Einzelfall

8. Wirtschaftlichkeit, Tendenzen, Ökologie

9. Killerargumente und deren Entkräftung

10. Förderung

11. Marktübersicht Systemanbieter

12. Nagelprobe

Die 10 häufigsten Fragen zur Solarstrom-Produktion:

1. Aus welchen Komponenten besteht eine Photovoltaikanlage?
2. Ist das Objekt für eine Fotovoltaikanlage geeignet?
3. Wie viel Energie braucht eine Solaranlage zur Herstellung?
4. Wie viel Energie produziert eine Fotovoltaikanlage?
5. Wie wird der Solarstrom ins Netz eingespeist?
6. Welche Montagearten sind möglich?
7. Wie hoch ist die Lebensdauer einer Fotovoltaikanlage?
8. Braucht es für eine Fotovoltaikanlage eine Baubewilligung ?
9. Wie teuer ist eine Fotovoltaikanlage?
10. Wie hoch sind Betriebs- und Wartungsaufwand?

6.2 Redaktionelle Beiträge

Die Zeitschrift FASSADE der SZFF steht zur Verfügung, regelmässig Reportagen über realisierte Gebäude-Integrierte Solarstrom-Systeme zu veröffentlichen.



Schlussbericht PV 100141, 150173 / Dietikon, Dezember 2005

GISS Gebäude-Integrierte Solarstrom-Systeme

(Building Integrated Photovoltaic BIPV)

Teilprojekt 5

Identifikation und Beschreibung möglicher Pilotprojekte

P+D-Projekt Bundesamt für Energie BFE - SZFF

GISS Gebäudeintegrierte Solarstrom-Systeme

Handlungsfelder und Empfehlungen

Teilprojekt 5: Identifikation und Beschreibung möglicher Pilotprojekte



(Diese Arbeit ist im Auftrag des Bundesamtes für Energie entstanden. Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor des Berichtes verantwortlich.)

Handlungsfelder und Empfehlungen

Identifikation und Beschreibung möglicher Pilotprojekte

1. Vorbemerkung

Gemäss Vertrag vom 26.3.2003 umfasste der Auftrag für das Teilprojekt Pilotphase das:

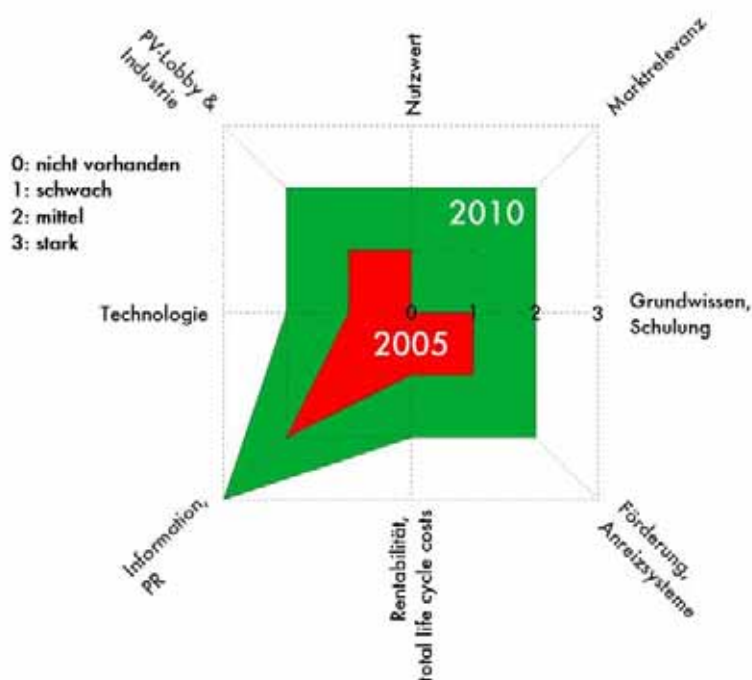
- Andenken von möglichen Entwicklungslinien
- Skizzieren von Lösungsbeispielen für fassadenintegrierte PV-Systeme als 4. Revolution im Fassadenbau - nach Vorhandfassaden, Wärmeschutzglas und thermisch getrennten Fassadenprofilen
- Suchen und Finden von 2 typischen Pilotprojekten
- Aufzeigen von Wegen zur Überwindung ökonomischer und konstruktiver Hürden.

Während der Laufzeit dieses Forschungsprojektes konnten einerseits verschiedene Projekte durch GISS-Mitglieder direkt in die Tat umgesetzt werden. Andererseits fiel die Bereitstellung nationaler Fördermittel zu Gunsten der PV-Forschungsförderung in Folge des parlamentarischen und bundesrätlichen Spardruckes auf steinigem Boden.

Nachdem die Projektpartner von GISS die Bearbeitung des Kapitels „Pilotprojekte“ an Reto Miloni übertragen hatten, zielt die Identifikation und Beschreibung möglicher Pilotprojekte vor dem Hintergrund eines international boomenden und in der Schweiz im Kontrast dazu quasi am Boden liegenden PV-Marktes nicht in erster Linie auf technologische Innovationen, die es im Ausland zur Marktausbreitung der Photovoltaik mit mittlerweile über 1'000 MW installierter Leistung auch nicht braucht!

Stattdessen wird die Optik zur Identifikation möglicher Handlungsfelder aufgeweitet: Gesucht werden für die nationale photovoltaische Empfindlichkeit im Allgemeinen und die Marktpositionierung der Schweizer Fassadenbranche im Speziellen beschreibbare Entwicklungslinien, welche die Förderung der PV-Integration unabhängig von finanziellen Schwächeanfällen des Bundes, ohne EEG oder spärlich fliessenden Einspeisevergütungen der Elektrizitätswerke vom Fleck zu bringen versprechen.

Abb. 1 Entwicklungspotenzial im Zeitraum 2005 bis 2010 der gebäudeintegrierten Photovoltaik



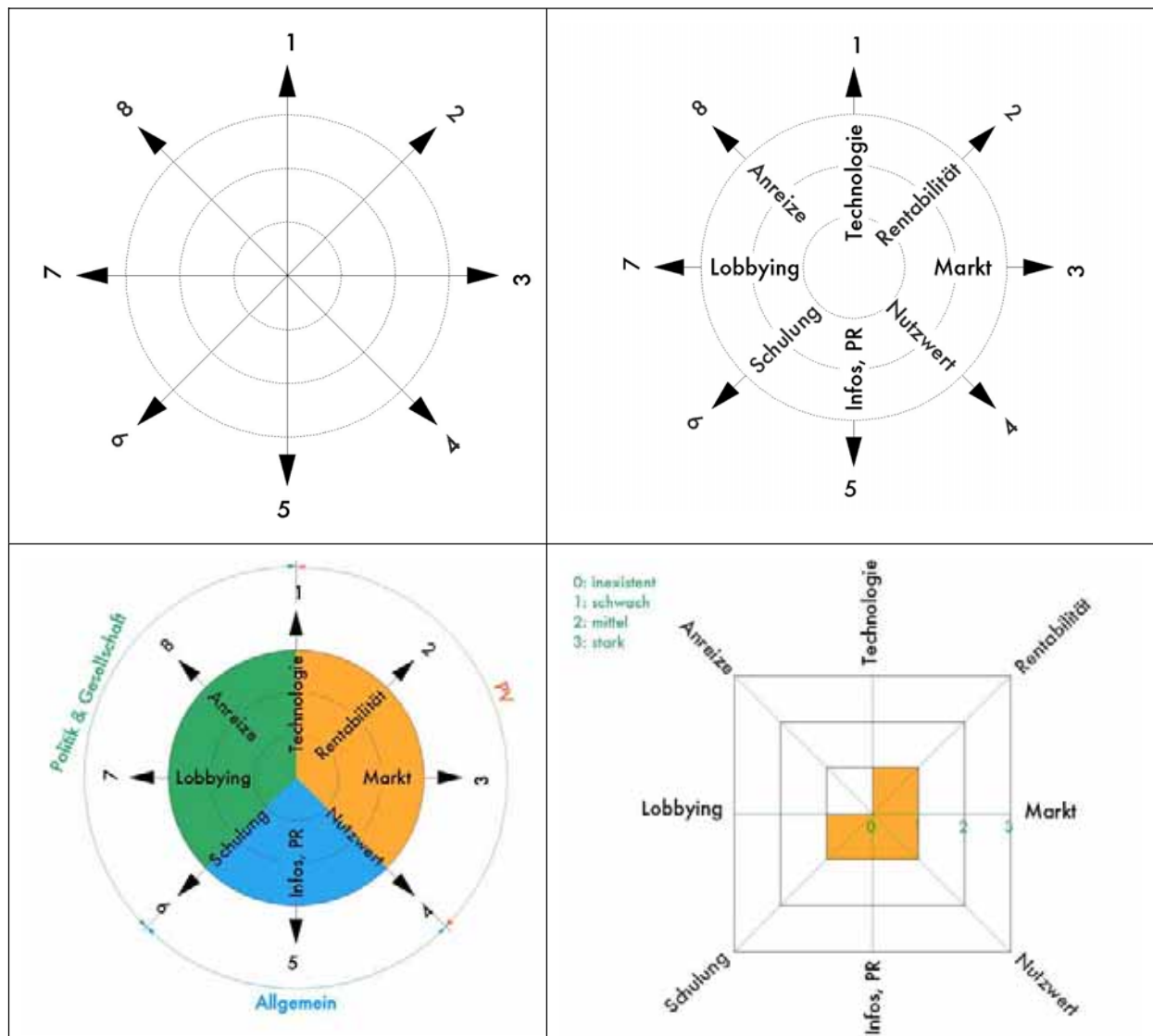
Unterscheidet man zum Beispiel die eher „harten“ Kriterien der PV-Technologie, Rentabilität, Marktdurchdringung und Nutzwerterkennung von den „weichen“ Kriterien der Information und PR, Schulung, Lobbying und der Förder-, An- und Abreizsysteme, so ergibt sich ein facettiertes Bild: Gut stehen wir Schweizer eigentlich nur bei den verfügbaren Informationen, bei Grundwissen und Schulung da.

In der Folge werden Handlungsfelder - entsprechend den unterschiedlichen „Hüten“ des Autors als Photovoltaiker, Architekt und Politiker - themenspezifisch dargestellt und dafür Empfehlungen aufgelistet. Somit wird an Stelle einer frustrierenden Beschreibung möglicher technologischer Folge- und P+D-Projekte - „mission impossible“ angesichts gekürzter Bundesfördermittel – eine Palette an Möglichkeiten formuliert, dank welcher der fassadenintegrierte PV-Markt insgesamt multiple gesamtgesellschaftliche, technologische und politische Impulse auch in der bislang diesbezüglich eher zugeknöpften Schweiz erfahren könnte.

2. Erkennung von Entwicklungslinien und Einflussfeldern

Einflussfelder, welche die zu verbreiternde Anwendung gebäudeintegrierter Solarsysteme determinieren, sind für den Schweizer GISS-Markt in 8 Wirkungsrichtungen darstellbar.

Abb. 2 Wirkungsrichtungen für gebäudeintegrierte Solarsysteme (GISS) und Markt 2004



Fazit: Es reicht nicht, auf das in Kapitel 3 dieses Berichtes umschriebene Potenzial von 40 MW durch PV-Leistung auf geeigneten Flächen in den nächsten 5 Jahren zu hoffen und im übrigen Preissenkungseffekte durch die international boomende „economy of scale“ im PV-Markt abzuwarten. Eine impulsarme, passive Abwartehaltung in photovoltaischen Belangen liess die Schweiz als frühe Solarpionierin international in schiere Bedeutungslosigkeit versacken, was u.a. die Folge der von den VSE und der Elektrizitätswirtschaft seit 1993 vertretenen Politik darstellt.¹ Heute drängen sich darum für die Bereiche PV-Lobby und Industrie, Nutzensteigerung, Marktrelevanz, Grundwissen und Schulung, Förderung und Anreizsysteme, Total life cycle costs, Information und PR sowie Technologie eigenständige Überlegungen auf. Diese dürften im Verbund mit erhöhter gesamtgesellschaftlicher Akzeptanz gegenüber Energieeffizienztechnologien und neuen erneuerbaren Energien zu vermehrter Projektierung und Realisierung gebäudeintegrierter Solarsysteme führen.

¹ „Kostendeckende Vergütung für die erneuerbaren Energien: Chancen oder Kostenfalle für die Schweiz“; NZZ vom 26.1.2005; Thomas Nordmann

2.1 Technologie

Solange PV-Elemente unter Berücksichtigung längerfristig positiver Wertschöpfungsaspekte und ökologischer Vorteile deutlich kostspieliger sind als vergleichbare Fassadenbekleidungsmaterialien, Beschattungs- oder Fensterelemente, wird sich eine gesamtgesellschaftlich breitere Akzeptanz gegenüber PV-Integration erst dann einstellen, wenn es gelingt, bei ihrem Einbau

- Synergien zu nutzen
- konstruktiv bestehende Schnittstellen am Bau zu verbessern und Montagezeiten zu verkürzen
- die bauphysikalischen Werte im entsprechenden Fassadenaufbau zu steigern
- sowohl den Prestigewert als auch den Werterhalt des Elementes „Fassade“ zu erhöhen.

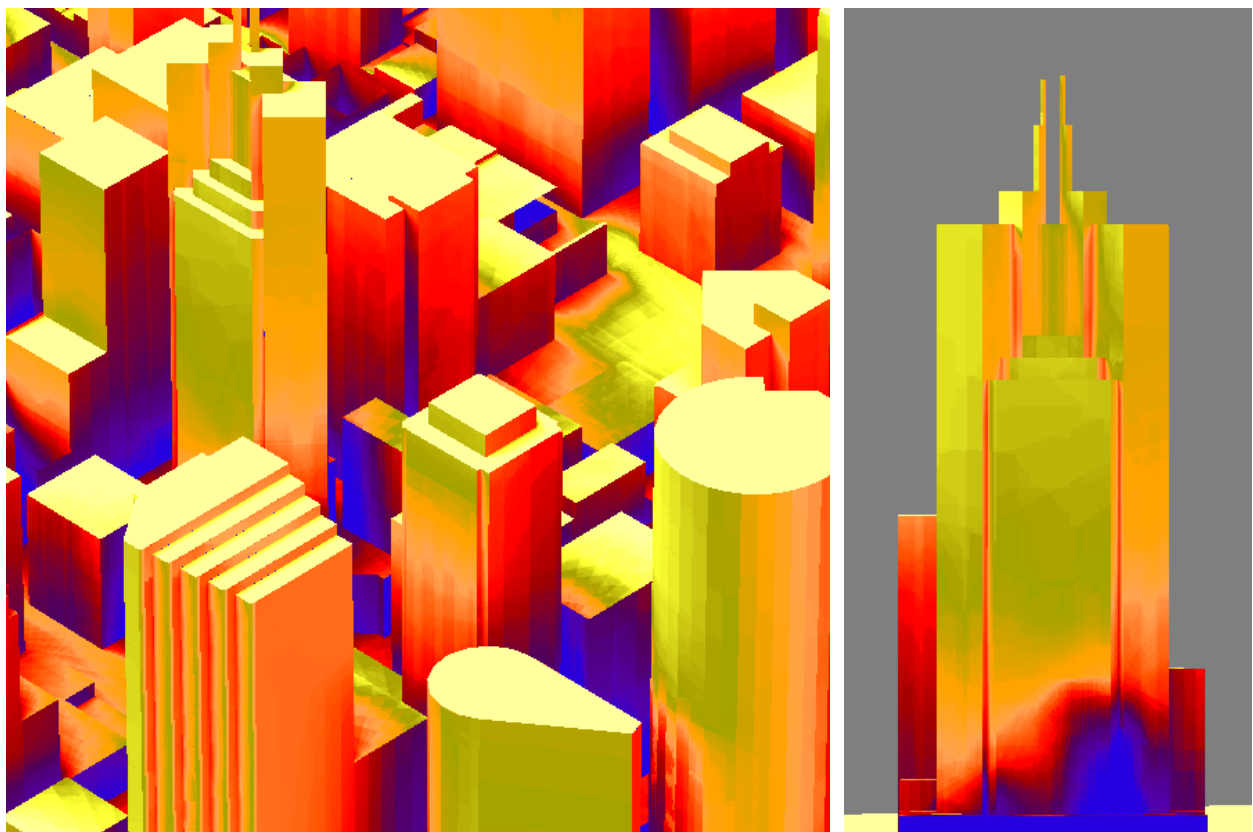
Bei der Diskussion und Festlegung der für ein Pilotprojekt zur Anwendung gelangenden GISS-Typologie sollten Beispiele herausgegriffen werden, die

- hohes Vermarktungspotenzial enthalten
- mit niedrigen technologischen Risiken erschliessbar sind
- ein gutes Rendement (produzierte kWh/m²/per annum) erwarten lassen
- mit branchenüblichen Projektorganisationen und Montageabläufen umsetzbar sind
- dem Einkaufsverhalten der Facadiers entgegen kommen
- eine Beteiligung industrieller Partner und Hochschulen bei der Entwicklung versprechen.

Objektivierbare Entscheidungshilfen

In der heutigen Situation wären bessere Entscheidungshilfsmittel für die korrekte Erkennung geeigneter Gebäudeaussenflächen für die PV-Integration dringend notwendig. Zu oft sollen Bauherren, Behörden, PV-Planer oder Unternehmer über die solare Bestückung von Fassaden entscheiden, ohne hinreichend quantitative Gewissheit über deren Besonnung im urbanen Kontext zu haben.

Abb. 3,4 ICUE-Simulation eines Stadtmodells und Hochhausfassade in San Francisco (Erträge in kWh/m²/a)



Kürzlich hat Dr. John Mardaljevic von der De Montfort University in Leicester ein Berechnungsverfahren entwickelt, welches die gesamthafte jährliche Quantifizierung von Solarerträgen auf der Basis von validierten Simulationen ermöglicht.² Der noch nicht auf kommerzieller Software angedachte Approach nennt sich ICUE (Irradiation mapping for complex urban environments) und generiert auf der Basis der Gebäudevolumetrie, Abstandsverhältnisse, geografischer Lage bzw. Sonnenscheinwahrscheinlichkeit und Fassadenorientierung spezifische Energieerträge (kWh/m²) bzw. den sichtbaren Teil des Spektrums (kLuxh). Das visuell dargestellte Ergebnis ist als Gradmesser der „Sonnenzugänglichkeit“ einer Oberfläche selbsterklärend wie eine thermografische Aufnahme: nicht nur fällt es einem wie Schuppen von den Augen, in welchen Geschosshöhen, Orientierungen und Flächen Solarmodule an Fassaden zweckmässig wären. Quasi als Nebenprodukt der Berechnung mit ICUE wird auch erkennbar, auf welchen Fassaden Sonnenschutzmassnahmen zwingend erforderlich bzw. Sonnenschutzgläser falsch eingesetzt wären. Auch kann in Funktion des urbanen Stadtgefüges (Strassen- und Platzbreiten), der Gebäudestellung und Höhe unmittelbar abgeleitet werden, wo dachintegrierte Photovoltaik einer fassadenintegrierten vorzuziehen ist.

Fazit: Wir empfehlen für die Schweiz die Entwicklung eines Berechnungsverfahrens analog zum ICUE-Verfahren im Rahmen eines Forschungsprojektes, einer Diplom- oder Doktorarbeit, welches Entscheidungsträgern die rasche Erkennung geeigneter Flächen sowie die Abschätzung der photovoltaisch erzeugbaren Jahreserträge in Funktion von Gebäudeform, Fassadenorientierung, Urban Design und gegenseitiger Verschattung ermöglicht.

Weiterentwicklung von Komponenten

Jährlich werden rund 4000 Quadratkilometer Glas und ein Vielfaches davon mit opaken Bekleidungsmaterialien in Fassaden verbaut. Würden die Chancen der Transparenz mit jener der Energie-Effizienz besser verbunden, wäre die Wertschöpfung im Fassadenbau besser. Die Produktion von kostengünstigerem solar grade Silizium wird hier im Verbund mit teiltransparenten "Energie-Gläsern" zu einem Wachstumsschub führen. Grosse solare Energiefirmen wie Sharp, Kyocera, Mitsubishi, Sanyo und Kaneka aber auch Glaskonzerne wie Saint Gobain Glass, Pilkington Solar oder Sunways erforschen transparente Solartechnik ebenso intensiv wie innovativ und erwarten Milliardenmärkte. Glasintegrierte Solarzellen stellen darum ohne Zweifel eine Teillösung der Energieprobleme im 21. Jahrhundert dar.



Abb. 5 PV-Module als Fassadenverkleidung machen ein Haus zum „Kraftwerk“

² The Quantification of Solar Access in Dense Urban Environments"; Dr. John Mardaljevic; Institute of Energy and Sustainable Development, De Montfort University, Leicester;
<http://www.iesd.dmu.ac.uk/~jm/publications.html>

Als „Pilotprojekte“ mit günstigem Vermarktungspotenzial empfehlen wir:

Für Klasse 1: Idee montagefreundliche Brüstungs- und Fassadenphotovoltaik

Verbesserte, serienmontierbare Standardmodule für bestehende oder neue Fassaden in erster Linie im opaken Bereich sind erwünscht. Es sollte sich dabei um „add-on-Komponenten“ im Sinne eines leicht zu handhabenden Systembaukastens handeln. Die Zellenaggregation und Verdrahtung kann auf bekannte Solarmodullieferanten vorgelagert werden (Shell, BP etc.) oder es kommen neue Technologien (Dünnschicht) zur Anwendung. Idealerweise wären Industriepartner zu finden, welcher über Vertriebskanäle und Montagehilfsmittel verfügen und mit geringen Zusatzinvestitionen eine erfolversprechende PV-Innovation erreichen (z.B. Diversifikationsprodukt von Alcan ALLEGA oder Hunter Douglas basierend auf den Produktlinien Alucobond oder Quadra Clad).

Grosse gebäudeintegrierte Anlagen sind schon seit einigen Jahren in Betrieb. Sie erreichen Leistungsgrössenordnungen von 100 kWp bis über 1 MWp. Ideal sind dabei auch opake Flächen von riesigen Industriehallen mit geeigneter Orientierung. Die Verkabelung ist verdeckt realisierbar und der formalen, konstruktiven oder künstlerischen Gestaltung sind kaum Grenzen gesetzt.

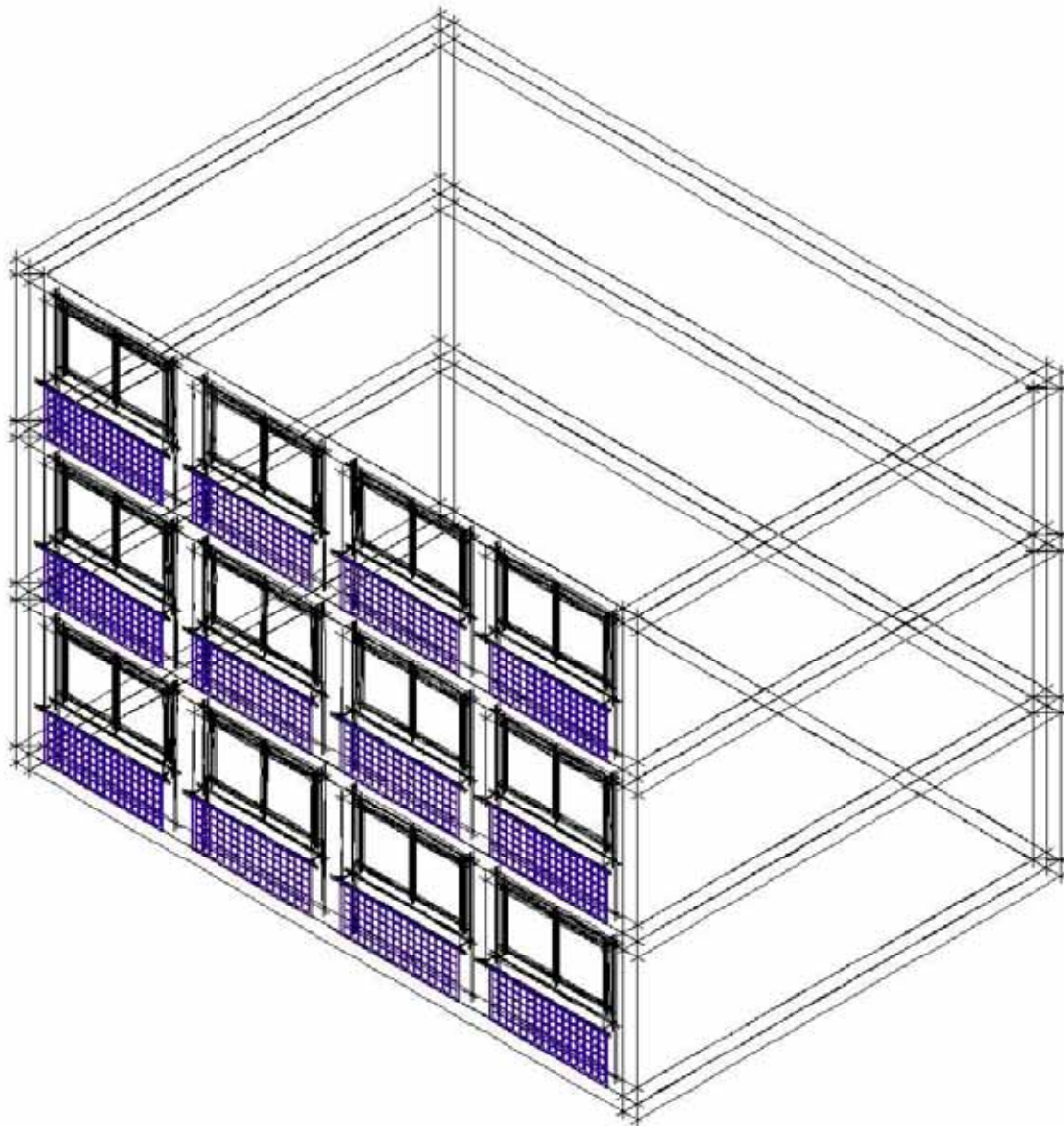
Mittlerweile werden Solarmodule im Fassadenbau auch gezielt als hochwertige gestalterische Alternativen zu Edelmetall oder Naturstein eingesetzt. Mit ihrem mono- oder polykristallinen Schimmer transportieren sie nicht nur den „Glamour“ eines anspruchsvollen Gesamtkonzepts, sondern auch die Hinwendung des Bauträgers zu einer solaren Corporate Identity. Schliesslich sind Solarzellen - anders als Profilbleche oder Ziegelmauerwerk - nicht bloss technische Industrieerzeugnisse. Sondern sie lösen beim Betrachter oder Besitzer - ähnlich wie Uhren oder Autos - mehr oder weniger starke Emotionen aus. Der entsprechenden Kultivierung dieser emotionalen und nicht nur fassadentechnischen und energetischen Komponente der Photovoltaik muss sich die Schweizer Fassadenszene in einem gegenüber heute weit umfassenderen Marketing kümmern.

Gerade weil PV-Module keineswegs preisgünstige Bauprodukte sein können, muss deren technische und gestalterische Einbindung in die Gebäudehülle auch tradierten ästhetischen, funktionalen und baukonstruktiven Anforderungen Stand halten. Der Architekt wird darum in aller Regel nicht darum herum kommen, sich bei Neubauten, aber auch bei Umbauten und Sanierungen dieser Dimension des Bauens im solaren Jahrtausend anzunehmen.



Abb. 6 Solarfassade in Duisburg nach Entwurf des Farbgestalters Friedrich Ernst von Garnier

Abb. 7 Produktidee „Fassaden- und Brüstungs-Photovoltaik“

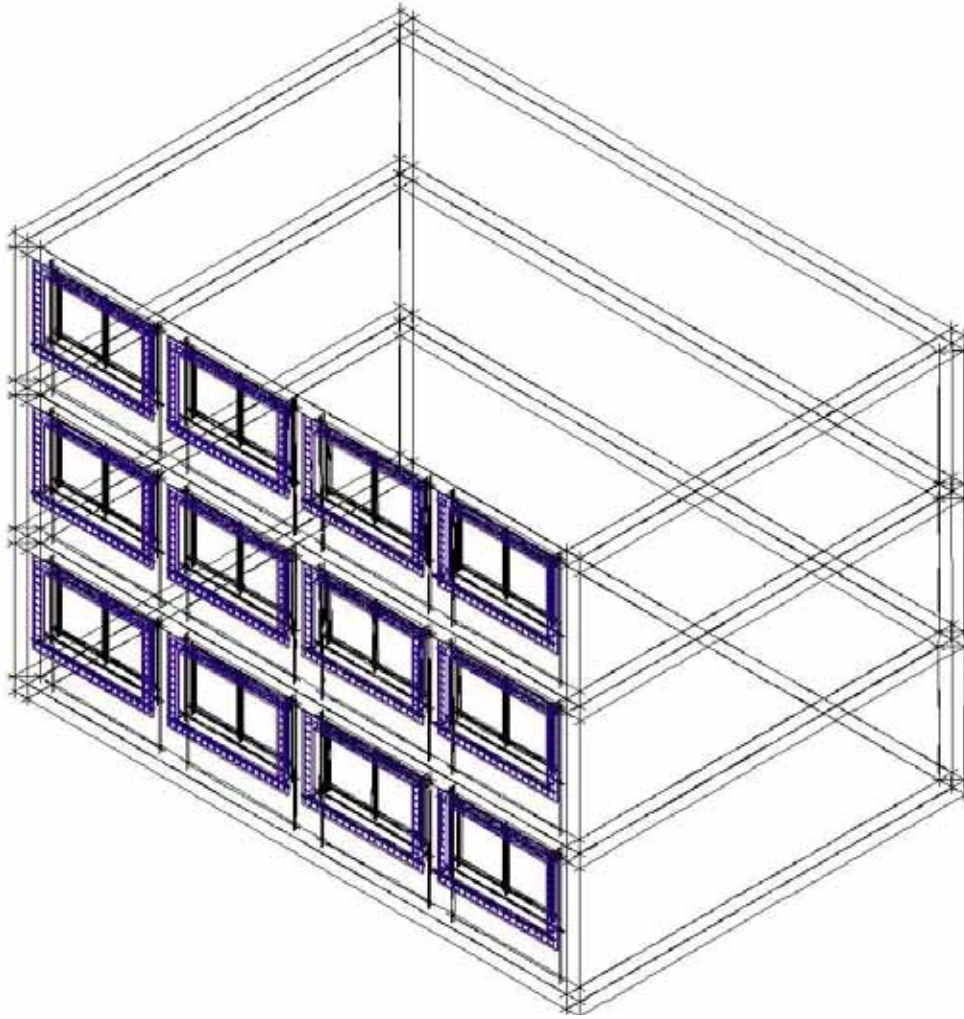


Für Klasse 2: Idee Zargen-Photovoltaik

Für die Einfassung von Punktfenstern oder geschosshohen Vorhangkonstruktionen empfehlen wir insbesondere im Zusammenhang mit der Sanierung oder dem Neubau von Fenstern und Fassaden in Pfosten-Riegel- oder Element-Bauweise mit solar teilbestückten Fassadenflächen an Wohn-, Gewerbe- und Industriebauten die Ausrüstung von Fenstereinfassungen (Metallzargen) mit streifenförmigen PV-Modulen. Da der Storenbauer normalerweise der erste – und abgesehen von elektromotorisch öffnbaren Brandentrauchungsklappen oder kontrollierten Fensterlüftungsmotoren oft auch der einzige - Unternehmer ist, der praktisch jedes Gebäude grossflächig mit elektrischen Antriebs- und Steuerungssystemen im Fassadenbereich ausrüstet, wäre der Sonnenschutzlieferant absolut prädestiniert dazu, die photovoltaische Betriebselektrik im Umfeld vom Sturz-, Leibungs- und Fensterbankbereich zu installieren.

Bereits frühere Hochkulturen (z.B. Mittelalter, Gotik, Maurischer oder portugiesischer Stil) kannten eine bewusste Thematisierung von Fenstereinfassungen. Was liegt da näher, als eine photovoltaische Fensterzarge anzudenken, welche als Systembaukasten einschliesslich Storenmotoren, Verkabelung, Wechselrichter, Storenführung etc. vollständig durch den Storenbauer in der Werkstatt vormontiert werden kann? Damit kommt man zwar nicht unbedingt auf grosse Flächen. Jedoch würde mit wenig zusätzlichem Installations- und Montageaufwand und klaren Schnittstellen eine standardisierte PV-Lösung realisiert.

Abb. 8 Produktidee „Zargen-Photovoltaik“



Für Klasse 3a: Semitransparente PV-Gläser

Semitransparente PV-Verglasungen für Atriendächer, Südfassaden sind umweltfreundliche Zukunftszeichen für das solare Zeitalter und zugleich ästhetisch attraktive Architektur: Solarzellen als revolutionäres Baumaterial, das verglaste Oberflächen tagsüber zum umweltfreundlichen Kraftwerk und bei Nacht in einen farbigen Sichtschutz verzaubert.

Vater des Gedankens an eine semitransparente Zelle ist der „Maschendraht- oder Gardinen-Effekt“: je feiner ein Material gelocht, gerillt, gestanzt oder gelasert werden kann desto transparenter wirkt es bei wachsender Entfernung zwischen Material und Auge. Sind Zellen in Modulen beispielsweise weit vom Betrachter entfernt wie etwa beim Dachumbau der PV-bestückten MGB-Eingangshalle am Limmatplatz, so wirken sie bereits transparent.

Im Lateralbereich bei Bürogebäuden beispielsweise muss die Lochung feiner verteilt werden, damit noch ein Durchsichtseffekt besteht. Innovative Zellen- und Zellbearbeitungstechnologien (amorph, Dünnschicht, gelaserte oder gerillte Sunways-Zellen) haben noch Entwicklungspotenzial für innovative Anwendungen in Fassaden.



Abb. 9,10 Transluzide Photovoltaikgläser im Überkopf- und Durchsichtsbereich

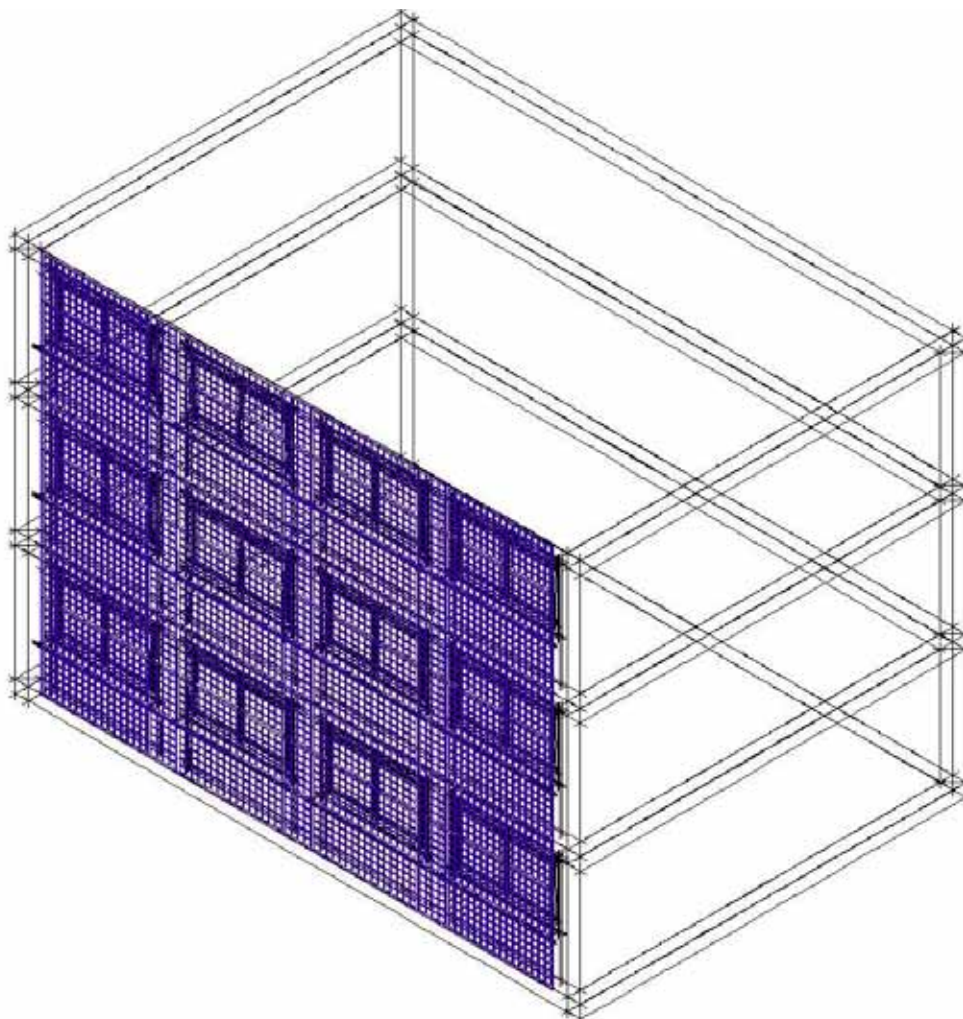


Abb. 11 Produktidee Semitransparenter Sonnenschutzschild mit teilgelochten Zellen

Für Klasse 3b und 3c: Verschwenkbare Beschattungs- und Lichtlenklamellen

Nicht selten werden aktuelle Gebäudetypen mit günstigem AV-Verhältnis (Atrien- und Kammstrukturen, Galerien, überdachte Innenhöfe, Hallen etc.) mit mehr oder weniger grossflächig verglasten Überkopffassaden erstellt. Der Glasanteil ist dabei oft grösser, als dies zur reinen Tagesbelichtung notwendig wäre – die Frage des Überhitzungsschutzes stellt sich akut. Bei der Lösung der Sonnenschutzfrage bieten sich Sonnenschutzsysteme unterhalb, innerhalb und oberhalb der Verglasungsebene an. Von der Verschattungswirkung her sind Lösungen über dem Glas optimal, konstruktiv aber aufwändiger als glasintegrierte Lösungen oder textile Bahnen unter dem Oberlicht.

Abb. 12 Beschattung mit Sonnenschutzlamellen (Design-Center in Linz von Thomas Herzog)

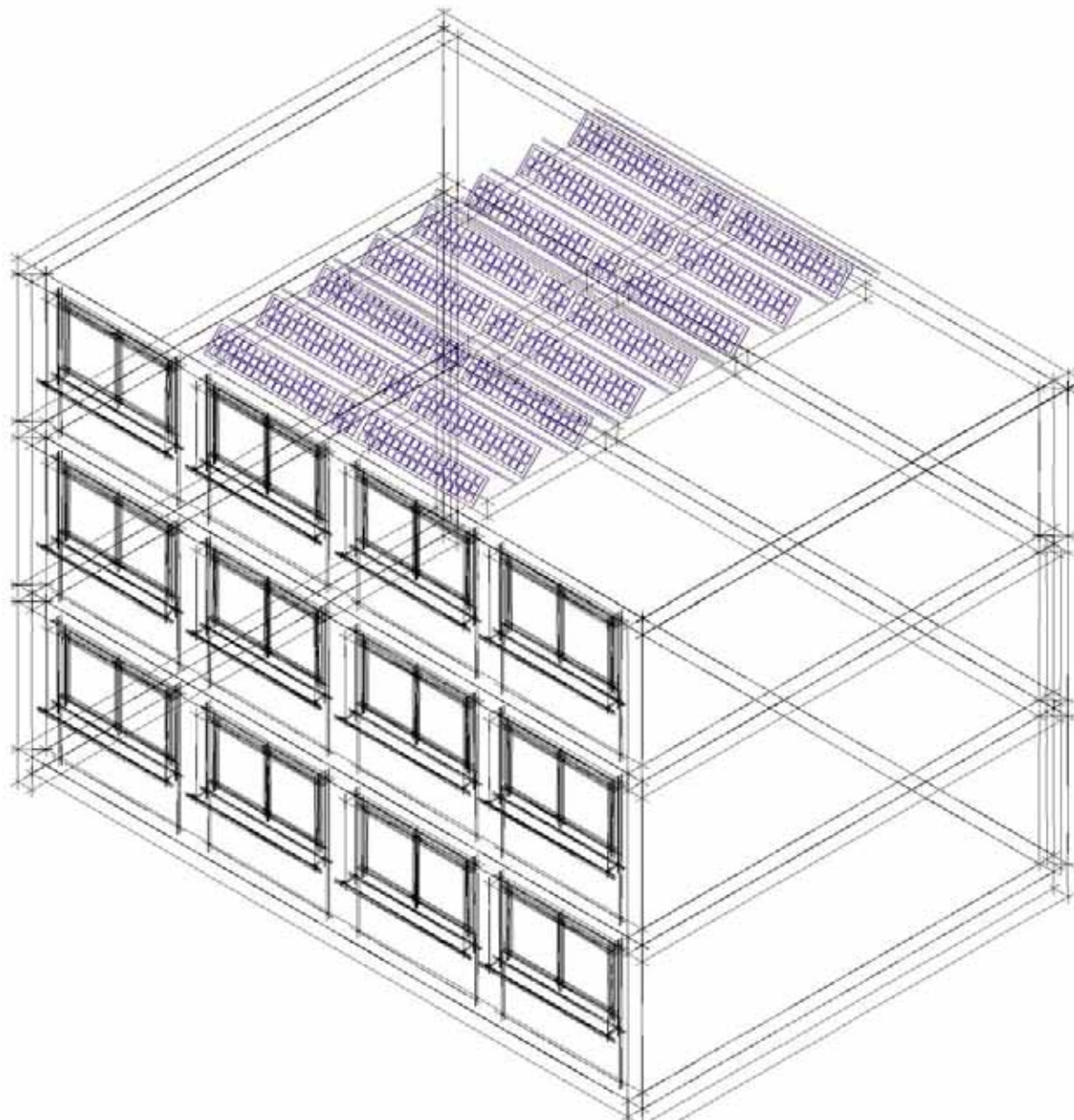


Abb. 13 ... oder mit PV (Shell Solar in Deutschland)



Hier wäre eine kostengünstig verfahr- oder verschwenkbare Lamellenkonstruktion von Nutzen, welche jede zweite, photovoltaisch bestückte Lamelle der Sonne nach- und die in ihrem Schatten liegenden **nicht** mit PV bestückte Lamelle aus Sonnenschutzglas von der Sonne wegfährt: zu erwarten wären höhere Solarstromerträge bezogen auf die installierte Leistung, bessere Sonnenschutzwirkung bei gesteigertem Tageslichtdurchlass und niedrigeren Gesamtinvestitionen.

Abb. 14 Produktidee Klasse 3c: in Gegenlauftechnik nachgeführte PV-Oberlichtbeschattung



Für Klasse 4: PV light – textile Leichtbau-Grosslamellen mit Photovoltaik

Klassischerweise assoziiert man PV-Anwendungen mit „konventionellem“ Glas-Glas oder Glas-Tedlar-Aufbau und geht dabei von erheblichen Flächengewichten ab 15 kg/m² bei einfachem Sicherheitsglas (6 mm) aus. Von konstruktivem und kostengünstigem Glas-Leichtbau kann spätestens dann nicht mehr die Rede sein, wenn aus Sicherheitsgründen mehrere Gläser zusammenlaminiert werden müssen. Die Glasgewichte und damit auch die Kosten für Konstruktion, Montage etc. schnellen dabei zügig nach oben. Berücksichtigt man zudem, dass die üblichen Modulbreiten kaum mit den Breiten von Kombibüros (ca. 2.80 m) oder normalen Büros (ab ca. 3.20 m) korrespondieren, liegt der Wunsch nach alternativen Trägermaterialien an Stelle von Glas nahe.

Zur Reduktion der Modul- wie auch der Konstruktionskosten bieten sich daher Leichtbaulösungen an, welche die Systemkosten durch Verwendung alternativer Materialien drastisch reduzieren: Gemeint sind Membranen beispielsweise aus anorganischen Werkstoffen (z.B. ETFE oder plastifizierte PVC-Bahnen), welche teil- oder volltransparent sind und mit Einsatzgewichten knapp über 2 kg/m² die Konstruktions- und Montagekosten erheblich senken könnten. PV light-Grosslamellen könnten in Analogie zu bereits realisierten Sonnenschutz-Konstruktionen aus textilen Grosslamellen gebaut werden, wenn es gelingt, die Solarzellen kraftschlüssig auf textile Trägerbahnen aufzukaschieren.

Abb. 15/16 Von textilen Grossbeschattungslamellen am Airside-Terminal in Kloten (Nicolas Grimshaw)...



Abb. 17 ... führt der Weg zu kostengünstigen und weit gespannten Konstruktionen tracks zu PV light

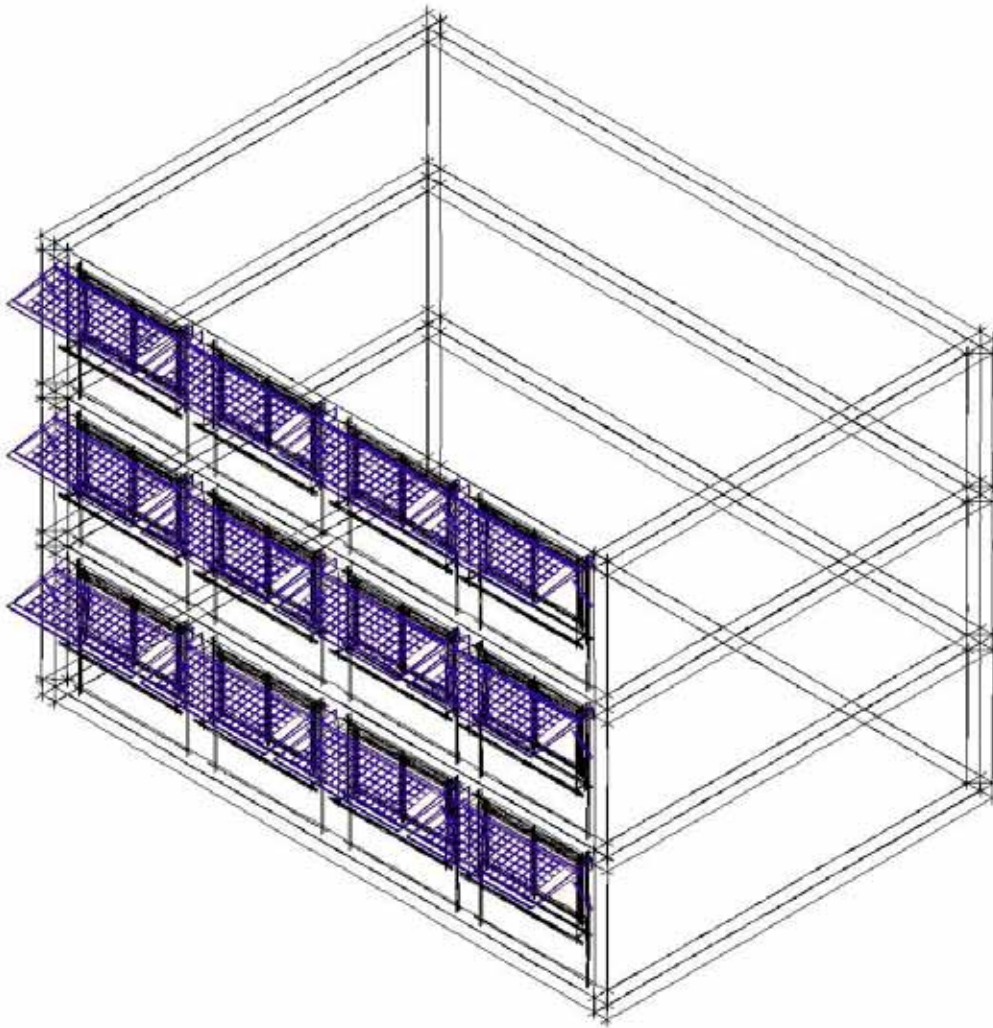


Abb. 18 Zusammenfassende tabellarische Darstellung möglicher Produktideen

Gebäudehüllentypen	Idee	Partner
Klasse 1 Fenster und Brüstungsverkleidungen mit weniger als geschosshoher Fassadeneinbindung (Loch- oder Bandfensterfassaden wie Abb.4).	Easy Clad	Hunter Douglas
Klasse 2 Geschosshohe Vorhangkonstruktionen in Pfosten-Riegel- oder Element-Bauweise mit solar teilbestückten Fassadenflächen an Gewerbe- und Industriebauten	Zargen-PV	Griesser
Klasse 3a Vorhangfassaden für erhöhte konstruktive Ansprüche mit teiltransparent eingebauten PV-Modulen in Pfosten-Riegel- oder Element-Lösungen	Teiltransparente Dünnschicht-Module	St. Gobain
Klassen 3b und 3c Fassaden mit multifunktionalen Beschattungs-, Lichtlenk- und Solarmodulen für schräge und Überkopffassaden, Glasdächer, Atrien etc.	Gegenlauftechnik	Colt
Klasse 4 Transluzide oder opake Vordächer in kostengünstiger Leichtbauweise	PV Light	Colt

2.2 Rentabilität und total life cycle costs

Anfang 2005 gab es am Spotmarkt der Leipziger Strombörse das erstaunte Erwachen derer, die noch immer behaupten, Energie aus fossil-atomaren Rohstoffen sei billig und Ökostrom viel zu teuer. Erstmals war nämlich an der Strombörse Ökostrom billiger als aus atomar-fossilem Strommix. Windkraftanlagen erhielten an guten Standorten 5.4 Eurocent pro Kilowatt, wogegen die Grosshandelspreise für "alten" Strom bei knapp 6 Eurocent pro Kilowattstunde lagen.



Abb. 19,20 Turnhalle Burgweinting (Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Hochbauamt Regensburg)

Das ist erst der Anfang einer sich abzeichnenden Entwicklung. In den letzten 10 Jahren haben sich Preise für herkömmlichen Strom verdoppelt, während sich die Preise für Strom aus erneuerbaren Quellen etwa halbierten. Ökostrom wird immer preiswerter, weil der Stoff "ewig" hält und Sonne und Wind keine Rechnung schicken. Kohle, Gas, Öl und Atomenergie werden dagegen nach allen Gesetzen des Marktes als knappe Güter laufend teurer. Spätestens in 10 Jahren wird die Behauptung, Ökostrom wäre zu teuer, auch für die Photovoltaik ökonomisch definitiv unhaltbar sein!

Fazit: Bis es auch in der Schweiz so weit ist, dass atomar-fossile Stromerzeugung ökonomisch gegenüber Stromerzeugung aus neuen erneuerbaren Energien wirtschaftlich gesehen deutlicher abfällt, sollten einerseits mit umfassenden Kosten-Nutzen-Analysen über alle Lebenszyklusphasen bei steigenden Energiepreisen die längerfristigen Vorteile auch der Photovoltaik besser begründet werden. Andererseits ist auf politischem Wege der Tendenz unserer Schweizer EW's zu begegnen, Strompreisverbilligungen in der Folge von Produktionsausweitungen und besseren Handelsmargen an Grosskunden weiterzugeben und damit die Spanne gegenüber den Gestehungskosten bei regenerativer Stromerzeugung zu vergrössern: anstatt diese – wie in Europa jetzt eintretend – zu verkleinern.

2.3 Marktrelevanz und Potenzial

Noch ist photovoltaische Stromerzeugung in der Schweiz ein embryonaler Markt. In rund 1'000 Anlagen wurden bis Ende 2002 rund 19.4 MWp erzeugt – 6 % eines alten Nuklearkraftwerks der Beznau-Mühleberg-Klasse oder etwa 0.3 % des Bedarfes. Dabei stellen Gebäudeintegrationen, wie sie in vielen Staaten der EU bereits in teilweise „alltäglichen“ Bauobjekten zum Beispiel Beschattungsanlagen zu ersetzen beginnen, eher die Ausnahme denn die Regel dar.

Abb. 21 Shadovoltaic an einem Bürogebäude der öffentlichen Verwaltung in Utrecht



Die restriktive Politik der Schweizer Elektrizitätswirtschaft, welche seit 1993 auf freiwillige Massnahmen bei der Entwicklung der neuen erneuerbaren Energien setzt, hat durch ihre Haltung das Angebot nur marginal erhöht. Ohne initiative Ökostrombörsen hätte sich die Schweizer PV-Szene womöglich überhaupt nicht vom Fleck bewegt.

Wenn PV-Anlagen am Schweizer Markt generell schon Mangelware sind, dann sind sie es an Fassaden erst recht. Denn das Dornröschen-Dasein, das sie auf Stadion- oder Perrondächern, an Lärmschutzwänden oder allenfalls auf Scheunendächern und SAC-Hütten ohne Netzanschluss fristen, ist wohl schwerlich als Gebäudeintegration in Breitenanwendung zu bezeichnen.

Während die PV in der Schweiz also noch wie Dornröschen unter von der Politik ausgelegten Schlingen schlummert - und unsere Elektrizitätswirtschaft derweil von neuen Atomkraftwerken träumt - hat der PV-Prinz insbesondere in Deutschland und Japan die Solarbranche bereits hellwach geküsst: Deutschland wurde mittlerweile Weltmarktführer: 100'000 Solaranlagen wurden allein 2004 erstellt, seit Ende 2003 wurden dank dem EEG und dem vorher gültigen Stromeinspeisegesetz in Deutschland 45.5 Mrd. kWh Ökostrom erzeugt. Eine besonders dynamische Entwicklung gab es bei den Solarstromanlagen: Mit einem jährlichen Zubau von 300 Megawatt sind nun bereits über 700 Megawatt photovoltaische Spitzenleistung installiert. Damit schaffte es Deutschland im Jahr 2004 zum Solarweltmeister - noch vor dem mit 240 MW ebenfalls agilen Japan. Laufend werden dabei Arbeitsplätze in Industrie und Gewerbe geschaffen. Die Schweizer PV-Branche dümpelt demgegenüber einer ungewissen Zukunft entgegen.



Abb. 22 Photovoltaikmodule vermögen auch konventionelle Sonnenschutzanlagen zu ersetzen

In der Schweiz wurde in den Jahren 1996 – 2003 laut einer auf dem Immobilienmonitoring Schweiz bzw. Studie von Wüest & Partner und darauf basierenden Analyse von TNC ein photovoltaisches Anlagenpotenzial von rund 500'000 m² geeigneten Fassadenflächen „verpasst“. Dieses beträgt das Vierfache der in diesem Zeitraum „konventionell“ realisierten PV-Flächen von 136'000 m².

Das für 2004 – 2008 erwartete Neubau- und Erneuerungspotenzial in südorientierten Gebäudehüllen beträgt unter Berücksichtigung von Verbauungsverlusten jährlich etwa 82'000 m² und entspricht einer jährlichen Leistung von etwa 8 MW: vier Mal mehr als im Schweizer PV-Markt aktuell mit 2 MW jährlich entsteht. Im kommenden Fünfjahreszeitraum (2004 – 2008) wären total 40 MW Photovoltaikflächen an Gebäuden realisierbar, was einem mehr als doppelt so grossen Anwendungspotenzial gegenüber den insgesamt bis Ende 2003 in der Schweiz realisierten 17.9 MW entspricht. Wertschöpfungsmässig würde dieses PV-Potenzial bei der Fenster- und Fassadenindustrie einen zusätzlichen Jahresumsatz von etwa CHF 64.0 Mio. pro Jahr auszulösen, wovon CHF 20 Mio. pro Jahr auf Fassadenanteile und CHF 44 Mio. pro Jahr auf photovoltaische Anlagenteile entfallen.

Das grösste Potenzial für die Schaffung gebäudeintegrierter PV-Anlagen liegt zu über 50 % bei Fenster- und Brüstungsbereiche sowie einfachen Vorhängekonstruktionen. Nimmt man Vorhangfassaden für erhöhte Ansprüche dazu, liegt das Potenzial der Klassen 1,2 und 3a sogar bei über 75 % der gesamten beim Neubau und der Erneuerung im Jahre 2007 erwarteten Fassadenflächen.

Abb. 23 Potenzial Fassadenflächen (in m² im Jahre 2007)

Potenzial 2007	Klasse	Neubau	Erneuerung	Total	Anteil
Fenster & Brüstungsverkleidungen	1	55'576	48'877	104'453	24%
einfache Vorhängekonstruktion	2	99'650	32'917	132'567	31%
Vorhangfassade erhöhte Ansprüche	3a	65'203	32'660	97'863	23%
Vorhangfassade Einzelkonstruktion	3b	74'728	3'189	77'917	18%
Schräg- und Überkopffassaden	3c	14'005	3'368	17'373	4%
Total		309'162	121'011	430'173	100%

Fazit: Nachdem für die klassischen Vorhängefassaden mit erhöhten Ansprüchen (z.B. Pfosten-Riegel-Konstruktionen, Elementfassaden, Verbundfensterkonstruktionen etc.) bereits verschiedene Anbieterlösungen von Systemherstellern bestehen oder derzeit entwickelt wurden (Beispiel: SWISSBAU Sonderschau Smart PowerHouse 2005), müssten Schweizer Pilotprojekte idealerweise die Breitenanwendung bei Fenster- und Brüstungsverkleidungen und einfachen Vorhängekonstruktionen fördern und dabei das Marktpotenzial sicht- und erfahrbar machen.

2.4 Nutzwerterkennung

Solange die Diskussion über den Nutzen von Solarstrom angesichts herrschender Strompreise und Modulkosten wenig über die Ebene spezifischer Kosten pro produzierte Kilowattstunde hinausgelangt, sind Nutzer, Architekten, Investoren und Fassadenindustrie für gebäudeintegrierte Photovoltaik nur begrenzt motivierbar. Umso dringender wären bioklimatische, energetische, gestalterische sowie systemtechnische Vorteile aufzuzeigen, welche Fassaden bzw. Gebäude durch photovoltaische Applikationen gewinnen. Als Beispiel sei die Solarfassade der Stadtwerke Linz genannt, welche dank thermohydraulisch in 13 Sektoren nachgeführten PV-Lamellen 20 kW_p Solarstrom erzeugt. Dabei werden

- dank guter Beschattung Investitionen für eine komplexe Kälte- und Klimainstallation im Umfang von 70 kW „gespart“
- die Energieverbräuche für Raumkonditionierung und Beleuchtung auf einen Bruchteil des für Bürobauten Üblichen gesenkt
- eine Tageslichtautonomie von 80 % erzielt
- der Strombedarf des Gebäudes zu 60 % mit Übereinstimmung zwischen Bedarf und Erzeugung gedeckt und das Städtetz von teurer Spitzenlasterzeugung entlastet ³

Fasst man die Herausforderung, PV-Einheiten auch in Gebäudehüllen zu integrieren, als kreative Herausforderung für Architekten und nicht nur als energetische Chance auf, so sind in entsprechenden Pilotprojekten Lösungen anzudenken, welche Nutzer, Öffentlichkeit und Planer durch die Art ihrer Gestaltung überzeugen. So schrieb etwa Niklas Maak: „Wer ein Haus baut, möchte keine asketisch verkniffene Spardose bewohnen, und in einer Zeit, in der Worte wie „Waldsterben“ ihren Schrecken verloren haben, kann auch ökologische Architektur sich nur durchsetzen, wenn sie besser aussieht als eine einzementierte Birkenstocksandale.“ ⁴

Abb. 23 PV-Beschattungsanlage mit thermohydraulischer Nachführung am SBL Linz von aussen



³ „Suntracking Photovoltaic Solar Control Louvre for Wirtschaftshof Linz“; Endbericht 1.11.199 – 31.8.2001; S. Gintenreiter-Kögl, F. Klotz, W. Mikesch

⁴ „Hier kommt die Sonne“, Niklas Maak in Frankfurter Allgemeine Sonntagszeitung; 6. Juni 2004



Abb. 24 PV-Beschattungsanlage mit thermohydraulischer Nachführung am SBL Linz von innen

Abb. 25 Ansicht einer PV-Fassade mit integrierten Solarschiebeläden am Passivhaus Schmoelzer





Abb. 26 Dank Niedrigenergiebauweise und aktivsolaren Komponenten energieautarkes Marketinginstitut in Gutau bei Linz – sogar die Garagentoren sind bestückt mit Solarmodulen

Fazit: In geeigneten Pilotprojekten sind die integralen Aspekte zu verifizieren, welche in die Gebäudehülle integrierte PV-Anlage für ein Objekt nach sich ziehen. Dazu gehören nicht nur die sektoriell energetische Betrachtungsweise sondern zwingend auch der Effekt auf Architektur, Lichtstimmung, Sonnenschutz, künstlerische, fassdenbautechnische oder handwerkliche Gestaltung der Gebäudetektonik – neben dem erreichbaren Komfort sowie der Nutzerakzeptanz und der kumulierten Effekte auf Stromversorgungsnetz und Umwelt.

2.5 Information, PR

Da Information zum Thema PV-Integration in Gebäudehüllen teilweise vorhanden, aber nicht greifbar, teilweise greifbar aber wenig nach aussen getragen wird, hat das GISS-Team im Laufe dieses GISS-Projektes aktiv folgende Diffusionsmassnahmen zu Gunsten der Vermarktung von Solarfassaden initiiert:

- Entwurf und Realisation eines Solarschiebeladens und PV-bestückten Dachgeländers beim Passivhaus Schmölzer in Pratteln (öffentlich vorgestellt u.a. anlässlich der Nationalen PV-Tagung 2004 an der ETH-Z, an der TRI Solar 2004 in Bregenz, am ZEN-Statusseminar an der ETH-Z 2004, an den Rosenheimer Fenstertagen 2004 in Rosenheim sowie weiteren Publikums-Events in Basel, Hannover, Ulm).

Abb. 27, 28 Von der SZFF an der SWISSBAU 05 in Basel gezeigte PV-Integrationen



- Anregung und Realisation eines MINERGIE-Kredites nach persönlichen Gesprächen bei den Direktionen Kantonalbanken im Kanton Baselland (Herr Gutzwiler) und Aargau (Herr Graetzer), welche Zinsvergünstigungen bis zu 1 % auf kostengünstigsten Festhypotheken für aktiv- und passivsolare Bauteile bis zu 250'000 CHF und für maximal 6 Jahre vorsehen. Damit wird die Einstiegshürde bei der Finanzierung von PV-Anlagen ebenso herabgesetzt wie der Anreiz stimuliert wird, bei Gebäudeneubauten und –Sanierungen Massnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz aktiver als in der Vergangenheit anzugehen.
- Lancierung einer Sonderschau zum Thema „Smart PowerHouse“ im Rahmen der SWISSBAU 05 unter der Ägide von SZFF (Schweiz. Zentralstelle für Fassadenbau), SMU (Schweizer Metallunion) und in Zusammenarbeit mit der Messe Schweiz AG, weiteren Fachverbänden und Fachhochschulen (u.a. Metallbautechnikerschule Basel und Fachhochschule Zentralschweiz). Es wurden beispielhafte photovoltaische Fassadenintegrationen dargestellt und das Wissen dazu in einem Sonderdruck, an Messeführungen und in redaktionellen Darstellungen in Fachpublikationen und Tagespresse (gemäss ARGUS in über 102 Beiträgen) publiziert.

- Für den Neubau eines Passivhauses in Hausen wurde die Idee einer solar bestückbaren Fensterzarge 2005 konkretisiert (Clip-on). Werkzeugkosten, Engineering und Pilotdemonstration wurden vom Architekturbüro Miloni und der GRIESSER AG finanziert.
- Die Idee der kostengünstigen, tageslichtoptimierenden und den Solarertrag steigernder Gegenlauftechnik wurde am Testobjekt der Firma Colt in Zusammenarbeit mit dem ZSW Stuttgart in Verbindung mit einem thermohydraulisch selbstregulierenden Antrieb als Pilotanlage gebaut. Das Projekt „PV Light“ wird als EU-Forschungsprojekt im Rahmen eines Konsortiums von Colt, ZSW, Würth, Koch Membrantechnik etc. im Zeitraum 2004-2006 bearbeitet.

2.6 Grundwissen, Schulung

Grundwissen über PV ist in den Kreisen von Entscheidungsträgern bei Architekten, Facadiers, Fassadenplanern und Metallbauern begrenzt vorhanden. Spezialisierte „Photovoltaiker“ sprechen allerdings eine andere Sprache. Die im Rahmen dieses Projektes aufgearbeitete Website der SZFF mit wichtigen Begriffen, Stammtischargumenten für die PV-Integration stellt einen ersten Schritt dar, akute Wissenslücken zu überbrücken.

Einiges liegt also bei der Schulung im Argen. In Deutschland, Österreich und Italien, wo erneuerbare Energieformen verstärkt im Vormarsch sind, wurden Gewerbegymnasien und Solarfakultäten eröffnet, an denen der Beruf des „Solarteurs“ erlernt werden kann (Güssing, Krems, Gelsenkirchen, Meran). An diesen Ausbildungsstätten verknüpft sich in dualer Ausbildungsform zum „Solarteur“ der ökologische mit dem technologischen und wirtschaftlichen Impuls für eine Region.



Abb. 29 Mit dem Beruf des „Solarteurs“ werden Fachleute ausgebildet, welche thermische und PV-Anlagen für den Alltag planen, dimensionieren und bauen können (PV-Car-Port in Hameln)

Das Knowhow scheint gefragt, da die Absolventen sowohl strom- als auch Wärme erzeugende Solaranlagen planen, installieren und warten. Gleichzeitig werden die Teilnehmer auf die Prüfung zur „Fachkraft für umweltschonende Energietechnik“, den „Gebäudeenergieberater“ mit Zertifikat oder den „Solararchitekten“ (Krems an der Donau) vorbereitet, so dass sie in die Lage versetzt werden, Energiesparmassnahmen an Gebäuden sowie die Integration entsprechender Solarkomponenten technisch korrekt und wirtschaftlich interessant umzusetzen.

Fazit: In der Schweiz wird es nicht genügen, Fachwissen über PV in Ordnern, CD's, Büchern oder Websites anzuhäufen, ohne für stetig wachsenden Bedarf an Solarfachkräften eine praxisnahe Ausbildung anzubieten. Hier könnte der SZFF gemeinsam mit weiteren Partnern aus Industrie und Bildungsinstitutionen (z.B. Fachhochschule Zentralschweiz und Nordwestschweiz) Ausbildungslehrgänge für „Solarteure“ auf die Beine stellen. Ziel wäre es, Fachkräfte im Kontext der bereits angebotenen Disziplinen (in Luzern Architektur, Bauingenieur, Bauphysik,

Haustechnik, Fassadentechnik in Basel Energietechnik) auszubilden, welche Solar- bzw. Photovoltaikanlagen nicht nur planen und bauen, sondern auch korrekt berechnen und warten können. Nicht ausgeschlossen erscheint dabei, Arbeitslose und Handwerksbetriebe für umweltschonende Energietechniken fit zu machen und diese – wie im Wissenschaftspark Gelsenkirchen und im Innovationszentrum Wiesenbusch Gladbeck – zu über 70 Prozent der Fachleute zügig in den Arbeitsmarkt zu integrieren. Diese Solarteure würden als Fachkräfte für umweltschonende Energietechnik den nahtlosen Übergang des Wissens in die Praxis sicherstellen. Überdies mit ihrem aktuellen Knowhow Betrieben der Fassaden- und Haustechnik helfen, neue Geschäftsfelder in umweltschonenden Energietechniken zu erschliessen und so den hervorragenden Ruf der innovativen Schweizer Energie-, Versorgungs-, und Fassadenbautechnik transnational zu festigen.



Abb. 30 In Gelsenkirchen, einem Gebiet mit höchster Arbeitslosigkeit mitten im Ruhrgebiet, wurden europaweit die ersten „Solarteure“ ausgebildet (im Bild die Akademie Mont Cenis)

2.7 PV-Lobby und Industrie

Im Gegensatz zu wichtigen inländischen Industrien mit lokaler wie auch Exportbedeutung wie der chemischen oder Maschinenindustrie, des Bauhauptgewerbes oder der Zementindustrie kennt die Schweiz kaum eine aktive Lobby für die PV-Branche. Schon gar nicht lässt sich behaupten, bestimmte Fassadenbaufirmen sähen in der PV-Integration für Gebäudehüllen eine nationale oder internationale Pionieraufgabe.

Immerhin hat der Fassadenverband SZFF durch die Initialisierung dieses Projektes GISS und durch die bei Fassadenfirmen durchgeführte Befragung aufgezeigt, dass die Fassadenbranche gegenüber entsprechenden Neuerungen im PV-Markt durchaus aufgeschlossen ist.

Im Fachverband SOLAR sind Gewerbebetriebe der photoelektrischen wie solarthermischen Energieerzeugung zusammengeschlossen. SWISSOLAR - Netzwerk für Wärme und Strom von der Sonne - ist die Schweizer Dachorganisation im Bereich Solarenergie, beteiligt sich an der Umsetzung und Koordination der Ziele von EnergieSchweiz. Unter enormem Kostendruck überleben Firmen und Organisationen in der Schweiz nur leidlich. Nur eine Handvoll widmet sich der Photovoltaikintegration in Gebäudehüllen explizit. Selbst Systemhersteller (Jansen Schüco), die auf fertige Integrationslösungen zurückgreifen könnten, kommerzialisieren ihre Produkte im steinigen Schweizer Markt wenig engagiert.

Wenn es allerdings darum geht, mit öffentlichen Mitteln nicht-erneuerbare Energien oder Investitionen für erneuerbare Energien im Ausland zu tätigen, ist unsere Elektrizitätswirtschaft wenig zimperlich: soeben hat die in 8 europäischen Ländern tätige Elektrizitätsgesellschaft Laufenburg (EGL) – 87.14 % Tochter der AXPO-Holding und damit den Ostschweizer Kantonen gehörende - den Investitionsentscheid für den Bau von Gas-Kombikraftwerken mit einer Leistung von mehr als 3.0 MW in Italien beschlossen. Fast gleichzeitig mit dieser Auftragssumme von über CHF 2.0 Mia. hat sie sich für die Beteiligung an einem norwegischen Hersteller von Windkraftanlagen entschieden, der 1 MW Leistung dezentral in die Stromnetze Europas einspeisen soll.

Fazit: In der Schweiz scheint der Wille für dezentrale Stromerzeugung am Wachsen. Noch alimentiert sich dieser primär durch die Erkenntnis, dass die in der Schweiz begrenzten Erzeugungs- und Übertragungskapazitäten über kurz oder lang die Versorgungssicherheit im Binnenmarkt gefährden könnten. Dazu setzen die an den Hebeln der Macht und an den Schaltstellen der Energiewirtschaft sitzenden Strombarone mit ihrer prioritär grosstechnologischen und atomar-fossilen Ausrichtung im Ausland die in der Schweiz erwirtschaftete Finanzmittel im ganz grossen Stil ein (EGL). Es müsste möglich sein, über entsprechende Lobbyarbeit mit derselben Logik eine nachhaltige Netzstabilisierung für den Schweizer Markt mit hier angesiedelten PV-Pilotprojekten zu erreichen, Fonds zu alimentieren und Träger zu nominieren. Zumal dieselben Werke unter dem Label „Natur made Star“ bereits erfolgreich sauberen Strom absetzen. Entsprechend könnten vom Fassadenverband (SZFF) aus Gespräche über gemeinsame, brennende Fragen mit Initiativen und potenten EW's und/oder günstig disponierten Energiestädten (z.B. Küsnacht, Genf) anvisiert werden – eventuell unter Miteinbezug von MINERGIE Schweiz. Auch könnten durch diese Kreise entsprechende Wettbewerbsprojekte ausgelobt, geeignete Standorte ausfindig gemacht und Träger motiviert werden, da der Druck, die Kyoto-Ziele im Binnenmarkt zu erreichen, nicht nachgeben wird und der Weiterausbau der Atomtechnik auch aus der Sicht der Schweizer Energiewirtschaft erst nach Sicherstellung einer – nach wie vor nicht definitiv lokalisierten – Endlagerstätte für Nuklearabfälle überhaupt diskutiert werden könnte.

2.8 Förderung, Anreizsysteme

In unserem nördlichen Nachbarland wurde das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) am 1. April fünf Jahre alt. Innerhalb dieser Zeit konnte die Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien in Deutschland verdoppelt werden. Damit ist das EEG das erfolgreichste Gesetz zum Ausbau der Erneuerbaren Energien weltweit: die Kosten für sauberen Strom wurden laufend gesenkt. Ausbau und Kostensenkung gehen in Deutschland Hand in Hand. Weil andere Ländern wie Großbritannien oder Italien feststellen, dass ihre Instrumente zu deutlich geringerem Ausbau bei höheren Kosten führen, übernehmen immer mehr Staaten (Tschechien, China und Frankreich) die Systematik des Deutschen EEG, in dessen Folge sich eine innovative mittelständische Industrie mit schätzungsweise 130.000 Arbeitsplätzen im Bereich Erneuerbare Energien entwickeln konnte. Ähnliche Erfolge wie durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz bei der Stromerzeugung erhofft sich die Branche auch in den Bereichen Wärme und Kraftstoffproduktion aus Erneuerbaren Energien. Mit steigenden Ölpreisen und Unsicherheiten wird importiertes Erdöl und Erdgas immer rascher und immer umfangreicher durch Erneuerbare Energien ersetzt werden.

Im Kontrast dazu stellt die Förderung des ressourcenschonenden Bauens in der Schweiz im Allgemeinen und jene der PV-Integration in Gebäuden generell kein Ruhmesblatt dar. Auch die nationale Energieforschung einschliesslich P+D-Projekten wurde insgesamt unter jenes Niveau zurückgefahren, welches die Schweizer Eidgenossenschaft für die Förderung des Zuckerrübenanbaus ausgibt – wobei sich staatstragende Parteien (CVP) dafür stark machen, den Zuckerrübenanbau noch stärker im Land zu fördern und zugleich die Mittel für die neuen erneuerbaren Energien noch stärker zurückzufahren!

Seit 2004 werden die vom Bund ausgeschütteten kantonsspezifischen Globalbeiträge in Funktion der gesamthaft vorhandenen Mittel für Globalbeiträge gemäss Gesuchen und den kantonspezifisch ermittelten Wirkungsfaktoren aus dem Vor-Vorjahr bemessen. Der Wirksamkeitsfaktor entspricht den durch die direkte Förderung erzielten energetischen Wirkungen im Verhältnis zu den entsprechenden Kantonausgaben. Je mehr ein Kanton also an Förderbeiträgen ausgibt, desto mehr erhält er 2 Jahre später vom Bund – und umgekehrt. Im Jahre 2003 wurden mit ca. 4.0 Mio. direkten und 40.0 Mio. indirekten Fördermitteln insgesamt etwas mehr Fördermittel ausbezahlt gegenüber den Vorjahren (+ 14% gegenüber 2002). Mit 3.3 Mio. nimmt sich die Photovoltaik darin sehr bescheiden aus. Für die Förderung der Holzenergie wurde beispielsweise mit 10.1 Mio. das Dreifache ausgegeben.⁵ Kantonal bestehen dabei eminente Unterschiede: Während der kleine Kanton Baselstadt rund 6.7 Mio. ausgab, existieren 10 Kantone als „rote Laterne“, welche 0 bis 0.4 Mio. pro Jahr ausgaben. Von den durch alle Fördermittel ausgelösten Investitionen im Umfang von CHF 176 Mio. entfielen 2003 11.4 Mio. oder 6 % auf die Photovoltaik.

Gesamthaft wurde die Entwicklung der Photovoltaik in der Vergangenheit erheblich durch Neuinstallationen der Solarstrom-/Ökostrombörsen geprägt (BS, BL, GE, ZH), nachdem die Förderung mit Bundesmitteln eingestellt bzw. mit kantonalen Mitteln nur noch in wenigen Kantonen durchgeführt wird. Herausragend ist einzig der Kanton Basel Stadt, der gesetzlich zu einem Zubau von 300 kW PV-Leistung pro Jahr verpflichtet ist.⁶

⁵ *Wirkungsanalyse kantonalen Förderprogramme im Rahmen von Art. 15 EnG; Ergebnisse der Erhebung 2003; Infrastat; Energieschweiz 2004*

⁶ *Indikatoren zu ausgewählten kantonalen Energiemassnahmen, 4. Auswertung/Daten 2002; Konferenz Kantonalen Energiefachstellen; PF; 2003*

Abb. 31 Corporate Identity der Initiative „SolarLokal“



Photovoltaik ist in Deutschland sehr beliebt. Sie gilt als umweltfreundlich und sozial verträglich. Das Erneuerbaren-Energien-Gesetz hat seit Beginn des Jahres 2004 der Photovoltaik viel Schub gegeben - immer mehr Privathaushalte, Unternehmen und Landwirte installieren Solarstromanlagen auf ihren Dächern und leisten so ihren Beitrag zum Klimaschutz. Die Deutsche Umwelthilfe e.V. und die SolarWorld AG lancierten kürzlich die bundesweite Imagekampagne "SolarLokal - Strom aus Sonne".

Die Unternehmensvereinigung Solarwirtschaft e.V., ein Zusammenschluss von rund 500 Solarunternehmen, steht SolarLokal mit Rat und Tat zur Seite: ein bundesweit einheitliches Auftreten wird mit individuellen Gestaltungsmöglichkeiten vor Ort kombiniert, nach dem Motto "Bundesweit gleich, individuell vor Ort". Das Logo der Kampagne ist ein Ortsschild und deutet bereits auf die Zielgruppe hin: Kreise, Städte und Gemeinden. Diese nutzen SolarLokal als attraktive Plattform für ihre Öffentlichkeitsarbeit zu Solarstrom. BürgerInnen werden über die Vorteile von Strom aus Sonne informiert, örtliche Handwerker installieren die Anlagen. Ein Gewinn für regionale Wirtschaft, Umwelt, Bezirke und Kommunen. Dass dieses Konzept ankommt, hat die Kampagne in ihrer Pilotphase gezeigt. Mitte 2003 fiel der Startschuss. Innerhalb eines Jahres haben sich mehr als 70 Städte und Gemeinden SolarLokal angeschlossen.

Fazit: Weder mit Bundesgeld noch mit den Beiträgen von Kantonen ist im Moment in der Schweiz „Staat“ zu machen. Darum sind neuartige Trägerschaften, Finanzierungsquellen und Anlagestrategien zu entwickeln. Hiezu kommen Solarstrombörsen, Netzbetreiber, Banken, Umweltverbände, Contractors etc.) ebenso in Frage, wie geförderte Imagekampagnen etwa im Stil von „SolarLokal“ in Deutschland. Der erstaunliche Wachstumsschub bei den erneuerbaren Energien braucht neben der kostendeckenden Vergütung weder komplizierte staatliche Subventionsprogramme noch Steuermittel. Es genügen verursachergerechte und Investitionsfördernde wirtschaftliche Rahmenbedingungen für die technologische und ökonomische Entwicklung in Kombination mit einem degressiven Ansatz der Einspeisevergütung für Neuanlagen.

3. Mögliche Weiterentwicklungen

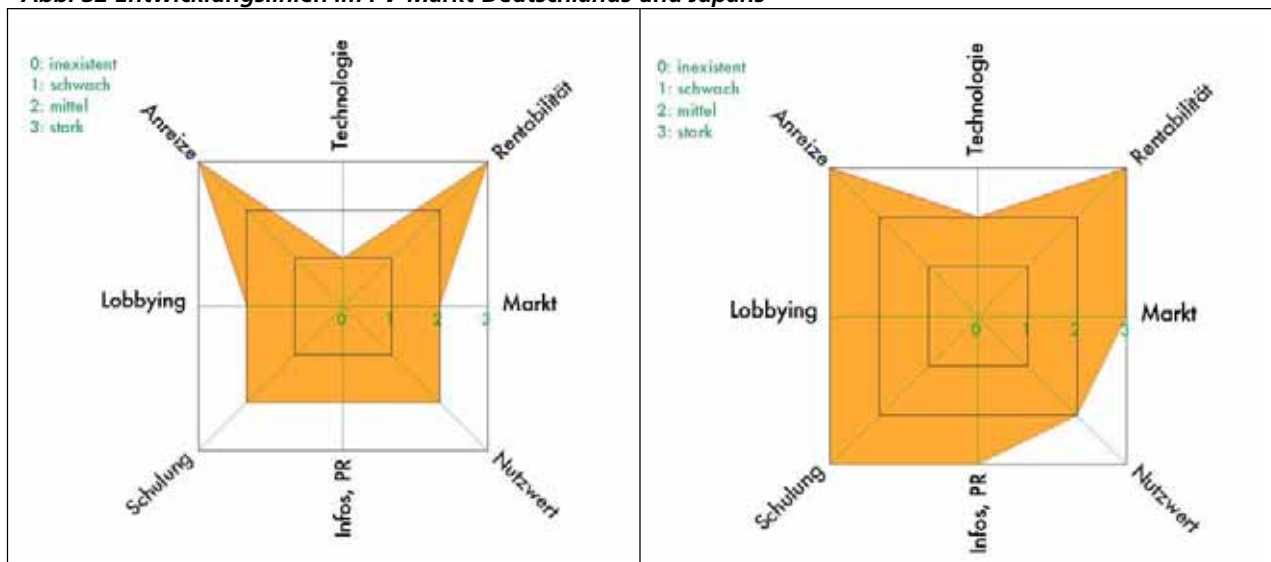
Wenn man, wie eingangs erwähnt, die Optik zur Identifikation möglicher Handlungsfelder integraler und nicht nur technologisch betrachtet, könnte der Markt der fassadenintegrierten PV-Systeme auf breiter Front wachsen.

Zum Vergleich wird versucht, dieselbe Darstellungsweise wie in Abb. 1 auf die PV-Märkte beispielsweise Deutschlands oder Japans anzuwenden. Dabei wird sofort ersichtlich, dass der Impetus dieses Marktes sich gewissermassen mit der Relevanz der Entwicklungslinien multipliziert:

- Je grösser die Anreizsysteme und je besser die Technologie, desto breiter der Markt.
- Je besser das Lobbying desto umfassender die Information und dadurch auch die Schulung.

Die Aussage liesse sich auch in ihr Gegenteil umkehren: Wenn eine der Entwicklungslinien oder ein Einflusskriterium Null ist, bleibt – wie bei der Multiplikation mit Null – auch das Ergebnis Null. Oder anders ausgedrückt: Ohne Förderung, Lobby, Schulung und Nutzwert bleibt auch die beste Technologie unrentabel, der Markt marginal.

Abb. 32 Entwicklungslinien im PV-Markt Deutschlands und Japans



Fazit: Bei der gegebenen Ausgangssituation ist eine GISS-Projektweiterentwicklung im Zusammenhang mit dem Bund/BFE schwierig vorstellbar, weil auch PV-P&D-Mittel im Rahmen des Entlastungsprogramms durch Bundesrat und Parlament fast völlig gestrichen worden sind. Anzustreben wäre deshalb die Zusammenarbeit mit mehreren, auch finanziell potenten Investorengruppen, die bereit sind, eine ganze Kette von vorbildlichen, gebäudeintegrierten Solarsystemen zu realisieren. Dabei würde der Schwerpunkt eindeutig von der Pilot- auf die Demonstrationsfunktion gelegt. Eintrittspreis in diese Erfahrungsgruppe wäre die Bereitschaft, im eigenen Investorenbereich mindestens ein Objekt zu realisieren.

Durch die versammelte Fachkompetenz aus der GISS Arbeitsgruppe könnte eine Projektmoderation und die Sicherstellung oder die Reduktion der Projektrisiken in Aussicht gestellt werden. Es erscheint lohnenswert, hier einen multilateralen Weg zu prüfen, sind doch die Initialisierungskosten für Financial Engineering und Machbarkeit in solchen Projekten erfahrungsgemäss sehr hoch und die Erfolgchancen niedrig. Das Gespräch mit Investoren wie grossen Städten, gepaart mit innovativen EVU's, umweltbewussten Baugenossenschaften oder Industriezweigen wie Rückversicherungen oder energieintensiven Branchen, enthalten ein gewisses Erfolgspotenzial. Diese Aktivität wäre sinnvollerweise komplementär und sichtbar durch die Weiterbetreuung der GISS-Webseite zu ergänzen.

Ein Problem stellt sich für die jetzt aktiven Projektpartner, weil diese natürlich auch an der Realisierung solcher einzelnen Demonstrationsprojekte beteiligt sein möchten. Die Variante im Einzelsprung haben wir mit wenig Erfolg in den letzten fünf Jahren versucht. Auch hier wäre der multilaterale Weg voraussichtlich von nachhaltigerem Realisierungserfolg gekrönt.

(Diese Arbeit ist im Auftrag des Bundesamtes für Energie entstanden. Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor des Berichtes verantwortlich.)