

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 111 (1993)  
**Heft:** 8

**Artikel:** Photovoltaische Bauelemente: architektonische Gestaltung und technische Ausführung  
**Autor:** Haller, Andreas / Winkler, Bernhard  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-78133>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 01.04.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Photovoltaische Bauelemente

## Architektonische Gestaltung und technische Ausführung

**Am Beispiel einer Musterfassade werden die technischen Anforderungen und Schnittstellen zwischen Architekt, Ingenieur und Fassadenbauer bei der Integration von PV-Generatoren in die Gebäudefassade skizziert.**

### Grundlagen für die Planung

Der Einsatz von Photovoltaik hat in der Schweiz in den letzten Jahren einen grossen Aufschwung erfahren. Grund-

VON ANDREAS HALLER,  
HEDINGEN, UND  
BERNHARD WINKLER,  
ZÜRICH

sätzliche Überlegungen haben gezeigt, dass die Zukunft dieser Technologie bei uns nicht in Grosskraftwerken auf der grünen Wiese liegen kann. Die Wiederverwendung bereits bestehender Infrastrukturbauten als Unterkonstruktion für PV-Generatoren ist bereits in mehreren Fällen erfolgreich gezeigt worden. Ebenso geläufig sind heute die Lösungen auf Flachdächern.

Noch einen Schritt weiter geht die Idee der Integration von PV-Generatoren in die Gebäudefassade (vgl. auch «Solar-Elemente», SIA-Heft 47/91, Seite 1125). Dazu eignen sich vor allem Büro- und Geschäftsbauten, bei denen die Fassade vermehrt repräsentativen Charakter hat und üblicherweise in Metall ausgeführt wird. Die heute in der Schweiz zur Verfügung stehenden PV-Paneelen sind entweder Verbundglas-elemente mit eingegossenen Siliziumzellen oder Einfachglas mit laminierten Siliziumzellen. Die Stärke variiert zwischen 8 und 20 mm, die Abmessungen können maximal rund 2 Quadratmeter betragen. Die Elemente einer gleichen Anlage können ohne weiteres verschiedene Dimensionen aufweisen und an sich in beliebiger Form geplant werden. Die die elektrische Energie erzeugenden einzelnen Siliziumzellen haben Abmessungen von rund 100 x 100 mm, und die Zwischenräume zwischen diesen Zellen können beliebig gross sein, minimal 1 mm.

Der in seiner Erscheinung einem Glasfassadenelement gleichende Bauteil hat eine dunkelblaue, kristallin wirkende oder anthrazitschwarze Farbe. Die einzelnen Siliziumzellen sind erkennbar,

und die Module können auch lichtdurchlässig ausgeführt werden und erweitern dadurch die Verwendungsmöglichkeiten an Bauten.

Wesentliche Bedingungen des Einbaus der Paneelen in eine Fassade sind folgende:

- ästhetisch ansprechende Lösung
- potentielle Synergien durch Multifunktionalität
- Komfort des dahinterliegenden Raumes und uneingeschränkte Tageslichtnutzung
- optimale Anordnung der PV-Generatoren bezüglich Energieproduktion, Orientierung der Fassaden nach SSO - SSW
- keine Beschattung der Sonnenzelle durch andere Fassadenelemente. Schon kleinflächige Teilbeschattungen von einzelnen Sonnenzellen können ganze Generatoren ausser Betrieb setzen.
- effiziente und unterhaltsfreundliche Montage.

Die Mehrfachfunktion des Elementes zur Energiegewinnung und als Wetter-

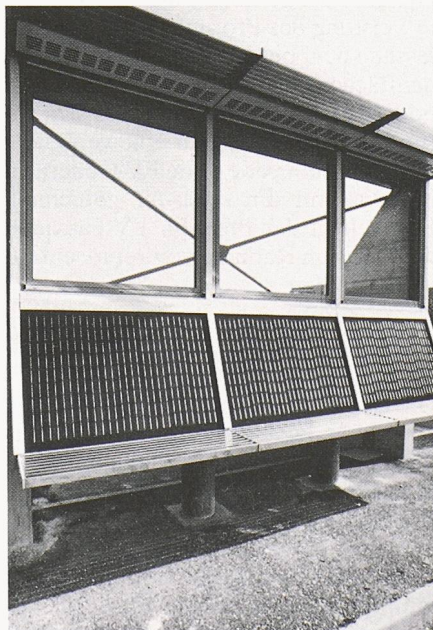


Bild 2. Fassadenausschnitte der Prototypfassade, errichtet für die Demosite-Ausstellung der ETH Lausanne in Ecublens 1992

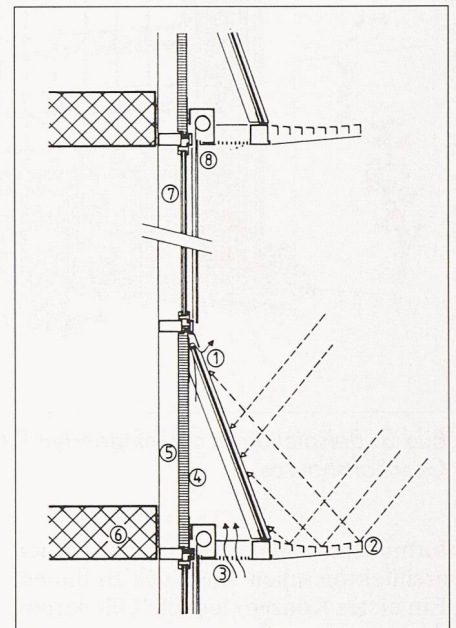
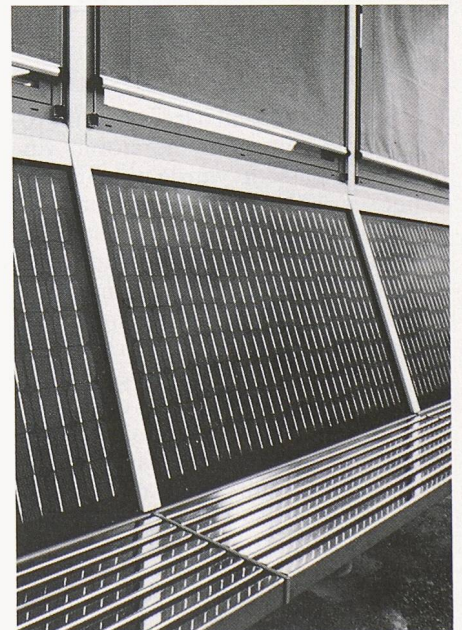


Bild 1. Schnitt durch Fassadenkonstruktion eines Bürogeschosses. 1 - Photovoltaik; 2 - Reflektierende Chromstahllamellen; 3 - Hinterlüftung; 4 - Thermische Isolation; 5 - Pfosten-Riegel-Metallkonstruktion; 6 - Geschossdecke; 7 - Metallfenster; 8 - Stoffrolle

schutz ist eine kostengünstige Ausführung ohne zusätzlichen Landbedarf.

### Möglichkeiten der architektonischen Gestaltung

Die gestalterische Aufgabe besteht darin, die technischen Bedingungen zu



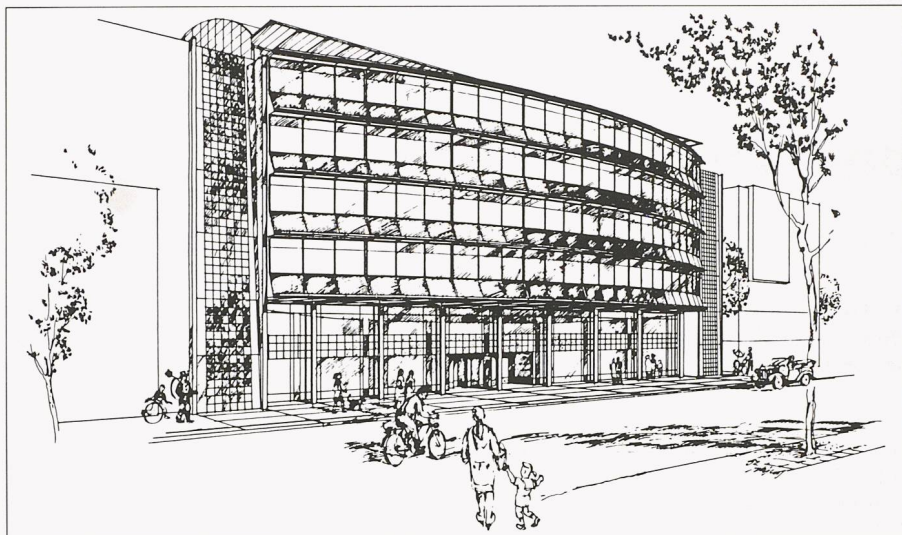


Bild 3. Beispiel einer mit integrierten PV-Generatoren entwickelten Fassade eines Geschäftshauses

formulieren und einen spezifischen architektonischen Ausdruck zu finden. Ein erstes Konzept legt die Gliederung des gesamten Bauvolumens und die spezielle Gestaltung der nach Süden orientierten Fassadenteile mit integrierten PV-Generatoren fest. Der Wechsel zwischen offenen und geschlossenen Bereichen und deren verschiedenartige formale Gestaltung kann sehr verschieden gelöst werden. Das Zusammenspiel zahlreicher Baumaterialien mit den PV-Generatoren erschliesst interessante Möglichkeiten. Naheliegend sind Kombinationen von Metallkonstruktionen mit verschieden ausgeführten Oberflächenbehandlungen; möglich ist natürlich auch die Kombination mit Naturstein, Backstein, gebrannten Platten, Beton, Kunststoff oder sogar Holz.

### Beispiel einer Fassade für ein Bürogebäude

Für den nachfolgend dargestellten Prototyp einer mit PV-Generatoren verbundenen Fassade wurde ein Bürogebäude gewählt. Die Optimierung der Energieproduktion führt zu einer Neigung der PV-Generatoren aus der Senkrechten. Dabei wird ein Kompromiss mit der Architektur eingegangen: Die optimalere 30%-Neigung ist aus Gründen der Eleganz auf 20% beschränkt. Die sich aus der Neigung ergebende Strukturierung der Fassadenfläche ist durch eine aus Chromstahllamellen realisierte Auskrägung verstärkt. Die Lamellen sind auf der Oberseite reflektierend und fokussieren auf die Fläche der PV-Generatoren. Als spezielles Raffinement und um zu zeigen, dass neue Gedanken in vielen Beziehungen eingebracht werden können, sind die zur Sonne gerichteten Chromstahlteile des

brise-soleil einer Parabel folgend geneigt, so dass die Reflexion der Sonneneinstrahlung auf die PV-Generatoren noch gesteigert werden kann.

Die architektonische Gestaltung erlaubt sicher zahlreiche, interessante Anwendungsmöglichkeiten, im Bild 3 ist der Fassadenprototyp an einem Geschäftshaus in beliebiger, jedoch nach Süden orientierter Lage gezeigt. Die Kombination eines aus Verbundglas ausgebildeten schräggestellten PV-Generators in der Brüstung und eines als Laminat durchsichtigen PV-Generators in den Treppenhäusern soll zeigen, wie vielseitig die Möglichkeiten, die diese neue Technologie dem Architekten zur Verfügung stellt, sind.

### Ertrag und Kosten

Die über die gesamte Fassade gemittelte Leistung des Prototypes der Musterfassade liegt bei  $40 \text{ W}_{\text{peak}} \text{ pro m}^2$  Fassadenfläche. Die Kosten für eine solche oder ähnliche Fassade belaufen sich auf rund sFr. 1650.-/m<sup>2</sup>. Für eine vergleichbare Metallfassade ohne PV-Generatoren wird mit sFr. 1200.-/m<sup>2</sup> gerechnet. Damit liegt der Preis für PV-Fassaden durchaus im Rahmen von repräsentativen Fassaden.

### Schlussbemerkung

Die Integration von PV-Generatoren in die Gebäudefassade stellt vor allem erhöhte Anforderungen an das architektonische Konzept. Die technischen Randbedingungen sind stark vom Umfang und Art der Verknüpfung mit der Haustechnik abhängig. Eine frühe Zusammenarbeit zwischen Architekt, Ingenieur, Planer und Fassadenbauer ist deshalb für das Gelingen von grossem Vorteil.

### IEA-Aktivitäten

International Energy Agency (IEA)  
Solar Heating and Cooling Program (SHCP)

Task 16: Photovoltaics in Buildings

Die Internationale Energieagentur wurde 1974 als selbständige Körperschaft innerhalb der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) gegründet. Die IEA betreut ein umfangreiches Programm zur Zusammenarbeit im Bereich Energieforschung, Entwicklung und rationeller Energieverwendung.

Die erste konkrete Forschungszusammenarbeit wurde im Bereich der Sonnenenergienutzung in Gebäuden etabliert (Solar Heating and Cooling Program, SHCP). Seit 1976 arbeiten rund 19 Länder gemeinsam an der Entwicklung der optimalen Sonnenenergienutzung für Heizung, Wärme und Beleuchtung oder zur Reduktion vom Verbrauch von nicht erneuerbaren Energien. Bis heute wurden im SHCP 20 Themen (Task 1-20) definiert und bearbeitet. Einzelne sind bereits abgeschlossen, andere haben erst gerade begonnen.

Im Task 16 wird das Thema Photovoltaik in Gebäuden untersucht und entwickelt. Dabei werden alle relevanten Aspekte wie Planung, Architektur, Sicherheit, Installation und Betrieb bearbeitet. Der Bezug zum Gebäude ist wichtig. Es geht um die kostengünstige, technisch und architektonisch gute Integration in die Gebäudehülle. Dabei ist auch die Relation zur übrigen Sonnenenergienutzung zu berücksichtigen. Viele Gebäudetypen wie zum Beispiel Wohnbauten, Geschäftshäuser, etc. mit oder ohne Netzkopplung werden in die Untersuchungen einbezogen. Die Arbeiten haben anfangs 1990 begonnen und dauern bis ins Jahr 1995. Weitere Beiträge und Anregungen von Fachleuten zu diesem Thema sind willkommen.

Koordination in der Schweiz: Peter Toggweiler, PMS Energie AG, Usterstrasse 12, 8617 Mönchaltorf, Tel. 01/948 12 14, Fax 01/941 19 41

### Demosite Ausstellung

Im Rahmen einer der Aktivitäten der IEA (SHCP, Task 16) ist die Industrie eingeladen, ihre Ideen für die PV-Gebäudeintegration vorzustellen. Auf dem Gelände der EPF-L in Ecublens präsentieren verschiedene Firmen ihre Lösungen für Dach- und Fassadenintegration. Die Demosite soll zu einer Informationsstelle für interessierte Architekten und Bauherren werden.

Adressen der Verfasser: Andreas Haller, dipl. Ing. ETH, c/o Ernst Schweizer AG, 8908 Hedingen und Bernhard Winkler, dipl. Arch. SIA, M. Arch. MIT, Sihlfeldstrasse 10, 8003 Zürich.