

Zeitschrift: Hochparterre : Zeitschrift für Architektur und Design
Herausgeber: Hochparterre
Band: 12 (1999)
Heft: 8

Artikel: Solarzellen : Architektur und Sonnenstrom
Autor: Capol, Jan
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-121121>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 06.07.2025

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



SOLAR

Das Werkstatt- und Lagergebäude von Greenpeace in Hamburg. Das Büro Windisch, Timm und Morgan hat die ehemalige Kaffeerösterei umgebaut und dabei die Treppenhäuserverglasung mit Solarzellen überzogen. Der Eingriff zur Solarstromproduktion ergibt hier nur minimale ästhetische Änderungen. Die Oberflächentextur des Gebäudes bleibt bestehen, lediglich die Glasfläche erhält ein schwach erkennbares neues Muster, ihre Funktion bleibt erhalten. Die Fläche mit Solarzellen misst 80 m². Diese produzieren bei einer Spitzenleistung von 8,5 kW etwa 5300 kWh im Jahr.

Architektonische Elemente für den Sonnenstrom

ZELLEN

Die Stromproduktion mit Solarzellen kann mittelfristig wirtschaftlich betrieben werden. Es entwickelt sich ein Markt, wo die Konsumenten nicht nur einseitig auf den günstigsten Preis achten, sondern auch auf die Produktionsumstände – ähnlich wie bei biologischen Lebensmitteln. Solarzellen werden sich deshalb zu einem alltäglichen Bauelement entwickeln und damit zu einem Bestandteil des architektonischen Entwurfs.

Text: Jan Capol und Tschoff Löw*

Stefan Nowak, Programmleiter Photovoltaik des Bundesamtes für Energie, rechnet vor, dass in zehn Jahren die Stromproduktion mit Solarzellen in günstigen Fällen den «Bereich der Wirtschaftlichkeit» erreichen wird. Falls die Produktion von Solarstrom im gleichen Mass zunimmt wie in den letzten zwölf Jahren, fällt der Solarstrompreis von heute 1 bis 1.20 Fr./kWh auf 25 bis 30 Rp./kWh – der durchschnittliche Strompreis für Haushalte beträgt heute 21 Rp./kWh. Nowak hat im Auftrag des Elektrizitätswerks der Stadt Zürich ausgerechnet, dass mit heutiger Technologie auf 35 Prozent der Zürcher Dachflächen Solarstrom erzeugt werden könnte, was langfristig 16 Prozent des Zürcher Strombedarfs decken würde. Strom erzeugen wird Teil des Planens und Bauens.

Die Lösung entsteht aus dem Kontext

Wer sich auf die Suche nach architektonisch integrierten Solarzellen macht, findet allerdings wenig Erfreuliches. Einfamilienhäuschen mit Steildächern, worauf Solarzellen und Kollektoren lustig vor sich hin spiegeln, prägen das Image der «Solararchitektur». Denn die Architekten haben bis jetzt Solarzellen nicht als Teil des Entwurfs betrachtet. Es gibt einige Ausnahmen wie Schnebli Ammann Menz, Flora Ruchat, Metron oder Theo Hotz. Auch Ueli Brauen und Doris Wälchli. Sie haben zusammen mit Peter Schürch das Lokomotivdepot in Bern renoviert und mit einem Neubau erweitert. Da-

*Tschoff Löw ist Energieberater von Greenpeace Schweiz

Die Empa in St. Gallen (HP 11/96). Das Büro von Theo Hotz hat die Solarzellen in die Brüstungen integriert, eine Paneelreihe ergibt an der Stirnfassade die Dachbekrönung – Solarzellen als Ornament. Hotz betrachtet die Fassaden als stromproduzierende Elemente, sie sind Bestandteil des Entwurfs. Die Zellen am Empa-Gebäude produzieren bei einer Spitzenleistung von 49 kW etwa 36 000 kWh im Jahr

Bild: Markus Fischer



Grössenverhältnisse

Als Faustregel gilt: 1 kW Leistung benötigt eine Fläche von 10 m² Solarzellen. Verwendet man Standardprodukte, kostet diese Fläche 10 bis 12 000 Franken. Ein Haushalt von vier Personen konsumiert in der Schweiz pro Jahr etwa 3000 kWh Strom. Um diesen Bedarf zu decken, wäre eine Solarstromanlage mit einer Leistung von etwa 3,5 kW notwendig. 1998 waren in der Schweiz 1100

Solaranlagen installiert, die mit einer Gesamtleistung von 9100 kW etwa 7 Mio. kWh ins Stromnetz speisten. Das entspricht etwa dem Konsum von 2300 Vier-Personen-Haushalten. Die leistungsfähigste gebäudeintegrierte Solaranlage der Schweiz mit 200 kW Leistung nahm letzten Monat auf dem Getreidemagazin in Bern den Betrieb auf. Sie soll 167 000 kWh Strom produzieren.

Das Atomkraftwerk Beznau II produziert bei einer Leistung von 350 000 kW etwa 2716 Mio. kWh Strom. Der Stromkonsum der Schweiz beträgt ungefähr 50 000 Mio. kWh. Für weitere Informationen über den Solarstrom empfehlen wir: www.energiebuero.ch und www.energie2000.ch.

bei integrierten sie 750 m² Solarzellen in die Dächer des alten Depots. Aus dieser Erfahrung heraus entstanden einige grundsätzliche Überlegungen zur architektonischen Verwendung von Solarzellen.

- Die entwerferische Lösung entsteht aus dem Kontext. Die Oblichter des alten Lokomotivdepots in Bern zeigten sich erst nach einigem Suchen und Proben als geeigneter Ort für die Installation der Solarzellen. Diese können so auf Glas angebracht werden, dass sie die Sonnenenergie gut absorbieren und weder zuviel noch zuwenig Licht ins Depot lassen.
- Wo Solarzellen sichtbar integriert werden, eignen sich die erhältlichen Standardprodukte nicht. Brauen, Wälchli und Schürch haben deshalb verschiedene Muster für die Zellenanordnung gezeichnet und geprüft, welches am besten auf die Oblichter passt. Die sichtbare Integration kommt damit teurer als die unsichtbare.
- Die sichtbare Integration erfordert unkonventionelle Lösungen. Solarzellen machen nur auf der Südseite der Oblichter Sinn. Um jedoch eine einheitliche Erscheinung zu erhalten, haben die Architekten auf der Nordseite des Oblichts das imitierte Muster der Solarzellen auf das Glas laminiert – ein «Trompe-l'Œuil» der Solarzeit.
- Die Architekten haben sich bei Planungsbeginn zu informieren, ob die Integration von Solarzellen möglich und erwünscht ist. Beim Lokomotivdepot Bern entschieden sich die

SBB erst in der Bauphase dazu, Solarzellen in ihr Depot einzubauen. Wäre das bei Planungsbeginn bekannt gewesen, hätten die Architekten die Oblichter des Depot-Neubaus nicht nach Norden, sondern nach Süden ausgerichtet und damit die Fläche für Solarzellen vergrössern können.

- Die Entwurfshaltung lässt sich folgendermassen zusammenfassen: Die Integration von Solarzellen verlangt nach Planung. Die betreffende Dach- oder Wandfläche muss als stromproduzierendes Element betrachtet werden – nicht als Dach mit aufgesetzten Solarzellen.

Ästhetische Standards

Das Interesse der Architekten für die entwerferische Bedeutung der Solarzellen ist gering bis nicht vorhanden. Sie überlassen das Feld Ingenieuren und Ökologen, die wohl etwas von Solarenergie aber nichts von Gestaltung verstehen. Die gängige «Solararchitektur» als abschreckendes Beispiel für Baukultur ist das Ergebnis dieses Desinteresses. Doch Hochparterre vertritt entschlossen die Meinung: Neben hartnäckigem, fantasievollem und klugem Energiesparen müssen die Nutzung der Sonnenenergie für die Stromproduktion und damit die gebäudeintegrierten Solarzellen gefördert werden. Nur so kann die Produktion der Atomkraftwerke und der Öl- oder Kohlekraftwerke heruntergefahren werden. Die Architekten haben dabei eine Aufgabe: Sie setzen ästheti-

Der renovierte Altbau des Lokomotivdepots in Bern von Brauen & Wälchli in Zusammenarbeit mit Peter Schürch. Die gegen Süden ausgerichtete Fläche ist mit Solarzellen bestückt, die Fläche gegen Norden hingegen mit Solarzellenimitaten. Damit bleibt die homogene Wirkung des Oblichtes erhalten. Solarzellen im Verbund mit Dachverglasungen werden Zukunft zu haben, denn mit den Zellen können Sonnenlicht- und Wärmeeinfall reguliert werden. Die Zellen auf dem alten Lokomotivdepot produzieren bei einer Spitzenleistung von 64 kW etwa 53 000 kWh im Jahr. Das Depot erhielt letztes Jahr den Solarpreis für die «bestintegrierte Solaranlage».

Bild: Brauen & Wälchli



sche Standards, werben mit gelungener Integration für die Sonnenenergie und verhindern, dass die zufällige Montage von Solarzellen auf Fassaden und roten Ziegeldächern endgültig zum Markenzeichen der Sonnenenergie avanciert. Denn die Stromproduktion mit Solarzellen wird zunehmen. Unklar ist nur, wie schnell.

Nur 10 Megawatt

Das Bundesprogramm Energie 2000 hat anfangs der Neunzigerjahre seine Arbeitsziele festgesetzt. Eines davon sah vor, dass in der Schweiz im Jahr 2000 Solaranlagen mit einer Gesamtleistung von 50 Megawatt Strom erzeugen sollen. Das hätte dem Strombedarf von 14 000 Haushalten entsprochen. Heute erreicht die installierte Leistung erst 10 Megawatt. Die Gründe für diesen Misserfolg liegen in der Förderpraxis des Bundes. Denn Energie 2000 hat sein Budget und seine Ziele am Ende der Hochkonjunktur erstellt. 170 Mio. Franken pro Jahr waren vorgesehen. In der Wirtschaftskrise begann das Geld zu schrumpfen, die Ziele aber blieben gleich. Das Parlament hat über die 10 Jahre Laufzeit nur einen Viertel der beabsichtigten Budgets bewilligt. Und das in schlecht abschätzbaren Tranchen, denn das Parlament beschloss das Ausmass der Förderung jährlich neu, was sich in einer Stop-and-Go-Politik niederschlug, die die Investoren verunsichert hat.

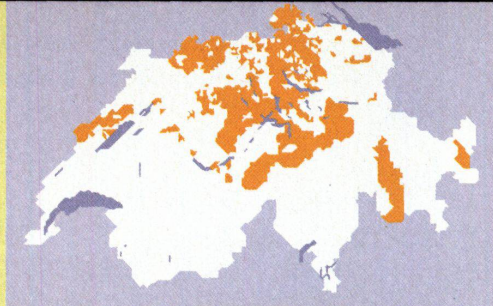
Kollektoren und Zellen

Die Sonne liefert Energie. Es ist eine architektonische Aufgabe, diese Energie in Wärme umzusetzen, seit einigen Jahren auch in Strom. Für die Umsetzung in Wärme existieren zwei unterschiedliche Arten: Die passive und die aktive, für die Umsetzung in Strom nur die aktive. Die passive Solarenergienutzung ist so alt wie die Architektur selbst. Gebäudeausrichtung und Fensteranordnung fangen die Sonnenstrahlen ein, die Masse des Gebäudes speichert sie als Wärme. Architekten können heute zusammen mit über-

durchschnittlich gedämmten und gut orientierten Gebäuden den üblichen Heizenergiebedarf drastisch senken. Die aktive Nutzung der Solarenergie teilt sich in zwei prinzipiell unterschiedliche Systeme: • Sonnenkollektoren absorbieren Sonnenstrahlen und erwärmen ein Wasser-Glykol-Gemisch, das in dünnen Röhrchen zirkuliert. Die gewonnene Wärme wird in einem Boiler auf Warmwasser und Heizwasser ausgetauscht. Sonnenkollektoren können heute zu marktfähigen Preisen bis 60 Prozent des Warm-

wasserbedarfs eines Gebäudes decken.

• Solarzellen oder Photovoltaikzellen wandeln Sonnenlicht und direkte Sonnenstrahlen in Strom um. Solarzellen sind relativ teuer und damit auch der Strom, den sie produzieren. Eine grössere Produktionsmenge würde sie allerdings verbilligen. Die Solarzellen haben eine Lebensdauer von etwa 30 Jahren, die Energie, die für ihre Produktion benötigt wird, ist nach maximal fünf Jahren «zurückbezahlt».



Karte: © Solarstrom vom EW, Stand 30.4.99

An der Aktion 'Solarstrom vom EW', im Volksmund Solarstrombörse genannt, beteiligen sich etwa 50 Elektrizitätswerke. Sie nehmen den Solarstrom zum kostendeckenden Preis ab und decken damit den Bedarf jener Kunden, die bereit sind, mehr für den Solarstrom zu zahlen

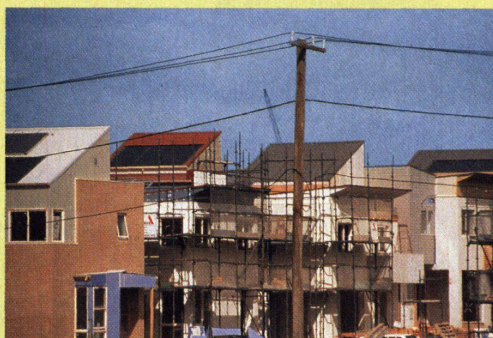


Bild: Greenpeace / Cole

Das olympische Dorf für Sydney 2000. Das positive Image der Olympischen Spiele soll für die Solarenergie werben. Die Absicht ist gut, die architektonische Umsetzung schlecht. Die Meinung, Solarzellen seien etwas fürs Hüßli, wird hier weitertransportiert. Doch das Prinzip, die gebäudeintegrierte Photovoltaik mit oft gesehenen und in der Bevölkerung positiv besetzten Bauten bekannt zu machen, hilft dem Solarstrom

Der liberalisierte Strommarkt

Ebenfalls nicht in der Planung von Energie 2000 vorgesehen war die Liberalisierung des Strommarktes. Diese krempelt nun die Energieszene um: Die Freunde von gestern, die den Stromkuchen unter sich aufteilen, sind die Konkurrenten von morgen. Denn bis 2008 soll der Schweizer Strommarkt liberalisiert sein, die Konsumenten können dann selbst entscheiden, bei wem sie Strom kaufen. Für den teuren Schweizer Atomstrom brechen harte Zeiten an. Vermutlich wird das jüngste Atomkraftwerk der Schweiz – Leibstadt – als erstes vom Netz gehen. Aus Kostengründen, denn so teuren Strom wie Leibstadt produziert kein Atomkraftwerk, dessen Investitionskosten sind auf dem freien Markt nicht amortisierbar. Dem teuren Solarstrom droht dasselbe Schicksal. Kritiker der Photovoltaik behaupten, die hohen Kosten würden die Marktfähigkeit des Solarstroms verhindern.

Angebot dank Energieabgabe

Die Solarstromanhänger wenden ein, dass gerade der fehlende Markt – fehlendes Angebot und fehlende Nachfrage – die hohen Kosten verursache. Die im Parlament beschlossene Energieabgabe könnte das erforderliche Angebot schaffen. Der Bund soll fossile und atomare Energieträger stärker besteuern und einen Teil der zusätzlichen Einnahmen für den Bau von Anlagen einsetzen, die erneuerbare Energien

produzieren. Doch eine in Aussicht stehende Energieabgabe macht noch keinen ökologischen Frühling. Das Parlament hat sich über die Höhe der Energieabgabe zwar noch nicht geeinigt, klar ist aber: Sie fällt tief aus. Für die Kilowattstunde Energie schlägt der Nationalrat 0,6 Rp. vor, der Ständerat nur 0,2. Das entspricht einer Verteuerung von 2 Rp. pro Liter Benzin. Von den erwarteten 300 Mio. jährlichen Einnahmen würden – nach Vorschlag des Ständerates – etwa 15 Mio. in die Förderung des Solarstroms fließen. Das reicht nicht für einen Investitionsschub. Zusätzlich läuft die Investitionsförderung des Programms Energie 2000 nächstes Jahr aus. Der Bund zieht sich damit aus der Förderung der erneuerbaren Energien zurück und stellt als Ersatz den Kantonen jährlich ein Globalbudget von rund 12 Mio. Franken zur Verfügung. Die Kantone erhalten daraus den Betrag, den sie selbst für die Förderung ausgeben. Es ist das Prinzip der Krankenkassensubvention: Fördert ein Kanton die Produktion von erneuerbarer Energie, erhält er Bundesgelder, tut er es nicht, erhält er nichts.

Nachfrage dank Solarstrombörse

Die Zuschüsse aus der Energieabgabe und das Globalbudget des Bundes bilden eine Ausgangsbasis für den Bau von Solaranlagen. Weit wichtiger für die Investoren aber ist die Nachfrage nach Solarstrom, damit sie ihre Anlage abschrei-

Der Architekt Marc Ruetschi aus Lausanne hat die Perrondächer des Bahnhofs Morges mit integrierten Solarzellen erstellt. Die Perrondächer der Bahnhöfe bergen ein grosses Potenzial für die Solarenergienutzung. Dieses Jahr noch erhalten die neuen Perrondächer des Hauptbahnhofs Zürich eine Solaranlage, die aber nicht sichtbar sein wird



Bild: Marc Ruetschi

ben und eine Rendite erwirtschaften können. Das heisst, die Elektrizitätswerke müssen den gelieferten Solarstrom über eine genügend lange Zeitspanne zu kostendeckenden Preisen abnehmen. Hier leisten die industriellen Betriebe von Burgdorf Pionierarbeit. Seit 1991 vergüten sie den Solarstrom auf 15 Jahre. Die Mehrkosten des Solarstroms übertragen sie auf alle Stromkonsumenten, was pro Abonnement einen Zuschlag von 0,1 Rp./kWh ergibt. Die grösseren Städte sind mit Solarstrombörsen gefolgt. Das Elektrizitätswerk der Stadt Zürich zum Beispiel bietet seit 1996 den Solarstromproduzenten kostendeckende Abnahmeverträge für die Dauer von 20 Jahren an. Im Gegensatz zu Burgdorf kaufen «bewusste» Konsumenten den Strom an einer Solarstrombörse, zum Preis von 1.11 Fr./kWh – so auch der Verlag Hochparterre. Trotz des relativ hohen Preises steigt die Nachfrage; auf Zürichs Dächern und Fassaden sind Solarzellen mit einer Leistung von insgesamt 1 Megawatt installiert. In der Schweiz bieten heute etwa fünfzig Elektrizitätswerke mit einem Einzugsgebiet von 1,6 Mio. Abonnenten Solarstrom an. Den kaufen 17 000 zum kostendeckenden Preis.

Die Produktionsumstände zählen

Die Investitionen in die Solarstromproduktion könnten sich in nächster Zeit verringern. Die 4,5 Mio. Franken, die das Bundesamt für Energie dieses Jahr als Förderung vorsieht,

sind ausgeschöpft. Nächstes Jahr werden es noch 2,6 Mio. Franken sein. Auch die Ungewissheit über die Höhe der Fördergelder in den Kantonen, ob und in welcher die Höhe der Bund die Energieabgabe erhebt, mögen die Investitionen bremsen. Doch dank der Solarstrombörsen hat die Zahl der Konsumenten und damit der Bau von Solarzellen stets zugenommen. 1998 mit dem bisher stärksten Wachstum von 1,7 Megawatt Leistung. Es beginnt sich eine Nachfrage zu entwickeln, bei der die Käufer – ähnlich wie beim Konsum biologischer Lebensmittel – nicht nur auf den günstigsten Preis achten, sondern auch auf die Produktionsumstände. Die Chancen stehen somit gut, dass gebäudeintegrierte Solarzellen zum handelsüblichen Bauelement werden. Überlassen wir die Integration der Solarzellen nicht den Ingenieuren und Ökologen! Die Architekten und Architektinnen müssen sich darauf vorbereiten, massgeschneiderte Solaranlagen zu entwerfen.

Übrigens: Am 1. Oktober dieses Jahres verleiht die Arbeitsgemeinschaft «Solar 91» in Biel den schweizerischen Solarpreis. Für den Preis in der Kategorie «bestintegrierte Solaranlage» haben sich 32 Büros beworben. Davon kommen sechs in die engere Wahl, zwei erhalten einen Preis bzw. eine Anerkennung. Hochparterre wird im Oktoberheft darüber berichten.

Green Games In Sydney

Wie die Produktion von Solarstrom gefördert werden kann, zeigt das olympische Organisationskomitee von Sydney. Zusammen mit Greenpeace hat das Komitee die Richtlinien für die Erschliessungs- und Energieplanung des olympischen Dorfes entworfen. Die 665 Gebäude werden über eine Photovoltaikanlage von einem Kilowatt verfügen, die den Stromverbrauch der Bewohner deckt. Die Solarzellen sollen zusammen über 1 Mio. kWh elektrische Energie im Jahr erzeugen. Neben den Solarzellen verfügen die Häuser auch über Sonnenkollektoren, die das Wasser für den täglichen Bedarf erwärmen, und sie sind für die passive Nutzung der Solarenergie gegen Süden ausgerichtet. Die Nutzung der Solarenergie bleibt nicht auf das olympische Dorf beschränkt. Auch die Dächer der unterschiedlichen Sportstätten und des Olympia-Stadion selbst sind mit Solarzellen ausgestattet.