

Zeitschrift: Tec21
Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Band: 143 (2017)
Heft: 48: Photovoltaik II - die Komposition

Artikel: Es blinkt in alle vier Himmelsrichtungen
Autor: Viridén, Karl / Knüsel, Paul
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-737437>

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: 19.03.2025

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

PILOT- UND DEMONSTRATIONSPROJEKT

Es blinkt in alle vier Himmelsrichtungen

Was kann die Photovoltaik im dicht bebauten, innerstädtischen Umfeld leisten? Ein vom Bund gefördertes «Leuchtturmprojekt» soll beweisen, dass sich Energieproduktion und Ästhetik nicht grundsätzlich widersprechen.

Text: Karl Viridén, Paul Knüsel

Seit dem Herbst 2016, nach einer umfassenden Erneuerung und Aufstockung, weiss das unauffällige siebenstöckige Mehrfamilienhaus im Zürcher Stadtkreis 6 mit der Sonne etwas anzufangen. Vier aktive Glasfassaden erzeugen gemeinsam mit der Photovoltaikanlage auf dem Dach so viel Strom, dass der Energiebedarf für die 28 Wohneinheiten selbst gedeckt werden kann. Die Ingenieurführungen durch den Plusenergiebau waren deshalb gut besucht. Doch auch in Architekturreisen haben die Photovoltaikhülle und der hellgraue Farbton einigen Anklang gefunden.

Mit dem Lob für die ungewöhnlichen Äusserlichkeiten ist aber noch nicht alles erreicht; auch die inneren Werte müssen überzeugen: Wie viel Strom können matte PV-Module mit ungünstiger Ausrichtung produzieren? Lohnt sich die Energieproduktion auch an der Sonne abgewandten Gebäudeseiten? Und wie einfach ist eine gestalterisch besondere Aktivfassade zu konstruieren? Antworten darauf hat das bereits gestartete Begleitprogramm zu finden. Vergleichbare Projekte sind selten. Deswegen finanzieren das Bundesamt für Energie und der Kanton Zürich das als «Leuchtturm» deklarierte Vorhaben mit, gemeinsam

mit Partnern aus der Bau- und Energiebranche. Nach zwei Jahren Betriebserfahrung werden die Funktion und das Ertragspotenzial der Photovoltaik-Rundumfassade ausgewertet.

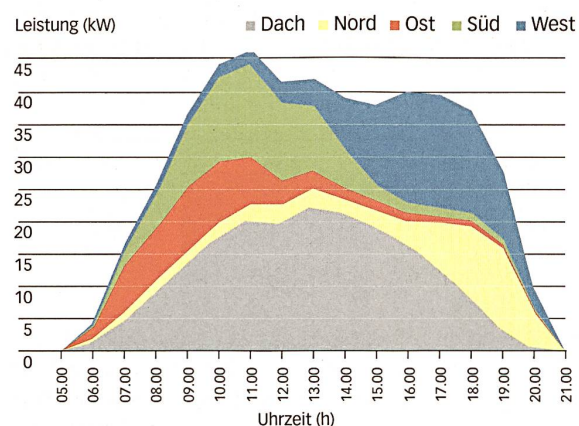
Bereits abgeschlossene Demonstrationsobjekte haben mittlerweile bewiesen: Selbst grosse Mehrfamilienhäuser erzeugen fast doppelt so viel Energie wie Bewohner und Gebäudebetrieb jährlich konsumieren. Das Wohngebäude an der Hofwiesenstrasse will diese Leistungswerte aber nicht übertrumpfen. Interessant ist diesmal die Erkenntnis, wie sich die architektonische Integration auf den energetischen Output auswirken wird. Die Gebäudenutzung soll sich zudem nach den Zielen der 2000-Watt-Gesellschaft richten: Projektträgerschaft und das Bundesamt haben vereinbart, dass ein Drittel des durchschnittlichen Energiekonsums genügt. Ein Jahr nach dem Mieterbezug liegen erste Erkenntnisse vor.¹

Matte Abdeckung mit höherer Reflexion

Die Photovoltaikanlage auf dem Flachdach entspricht dem bestmöglichen Stand der Praxis und dem bekanntesten Look: 100 schwarz glänzende Module richten sich

Modul-eigenschaften	Photovoltaik-anlage Dach	Photovoltaik-anlage Fassade
Typologie	Monokristalline Siliziumzellen, Alurahmen	Monokristalline Siliziumzellen, satiniertes, bedrucktes Abdeckglas, rahmenlos
Kennwerte	310 W _p Leistung, 19.6 kg	160 W _p Leistung, 17.6 kg
Anzahl	100	1545
Fläche	165 m ²	1586 m ² (Nord: 476 m ² , Ost: 365 m ² , Süd: 397 m ² , West: 349 m ²) 34 m ² Blindelemente
Leistung	31 kW _p	159 kW _p
Ertrag geplant	28 600 kWh	53 100 kWh

Kennwerte der Photovoltaikanlagen aus Planung und Energiemonitoring 2016.



Produzierte Strommenge am 8. Juni 2017.



Das innerstädtische Mehrfamilienhaus mit aktiven Glasfassaden ist Plusenergiebau, Träger des Schweizer Solarpreises 2017 und ein öffentlich mitfinanzierter «Leuchtturm», der auch Forschungs- und Demonstrationszwecken dient (Architektur: Viridén + Partner).

in Sechserreihe und mit Neigungswinkel von 15° nach Südwesten. Der Wirkungsgrad von monokristallinen Solarzellen erreicht fast 20%. Derselbe Modultyp wurde auch für die hinterlüfteten Aktivfassaden (und die Balkonbrüstungen) gewählt. Die matte Glasabdeckung reflektiert zwar mehr Sonnenlicht und reduziert die Leistung um rund einen Drittel. Hersteller sind aber daran, die Farbmodule laufend zu verbessern und die Einbussen unter 30% zu senken.

Die Erträge der Photovoltaikanlage werden seit November 2016 gemessen. Gesicherte Angaben zur Jahresbilanz des Plusenergiebaus liegen zwar noch nicht vor, aber die bisher erreichten Tageswerte stimmen zuversichtlich: Alle vier aktiven Gebäudefassaden steuern namhafte Anteile an den Energieertrag bei (vgl. Grafik S. 26) und übertreffen teilweise die Annahmen aus der Planung. Die ersten Betriebserkenntnisse sind erfreulich: Eine Amortisation der Zusatzinvestitionen für die «Aktive Glasfassade» scheint in weniger als 15 Jahren möglich. Mehr Details, etwa zur Verschattung, kann erst die abschliessende Auswertung liefern.

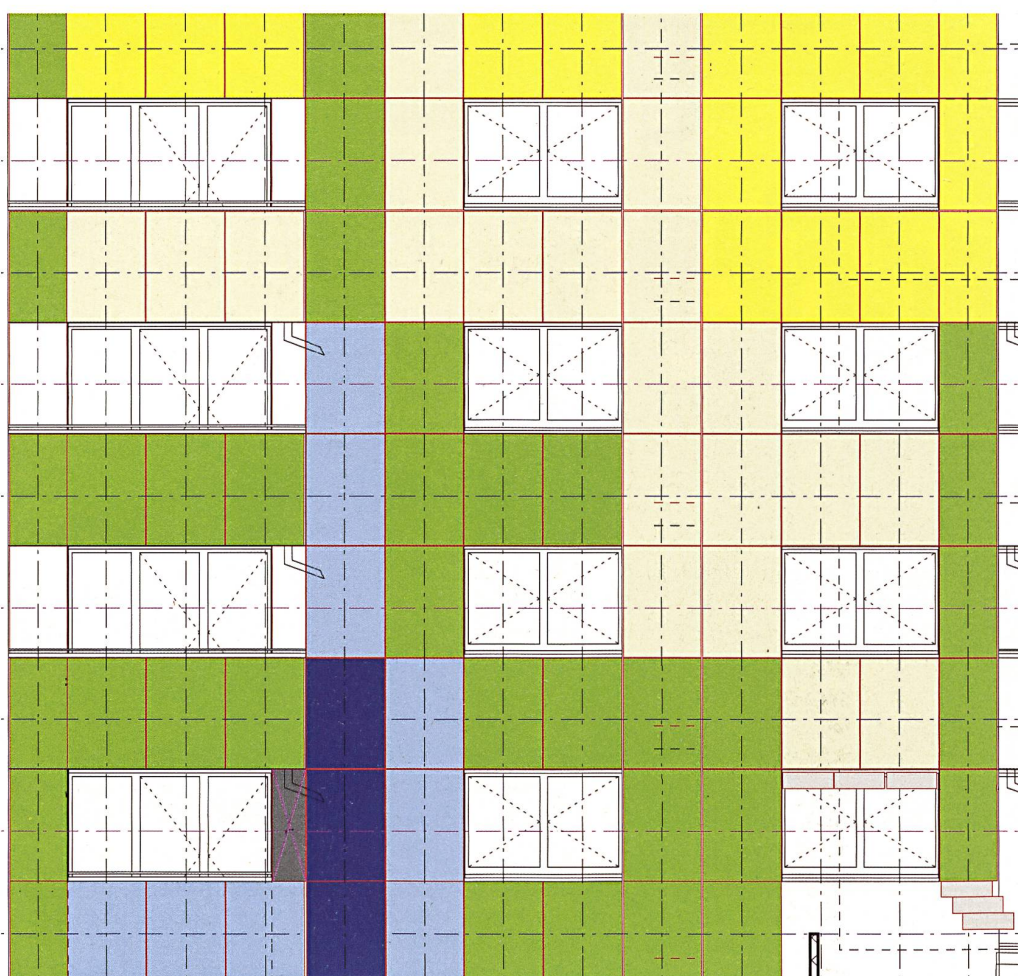
Unterschiedliche Modulformate

Für die einheitliche Abdeckung der unterschiedlichen Gebäudefronten wurden 13 Modulformate und fünf Arten von Blindmodulen entwickelt. Die aktive Mini-version ist 0.4 m^2 klein und knapp 10 kg leicht; das grösste Modul wiegt 36 kg und deckt 1.6 m^2 ab. Die

Produktionskapazität hängt jedoch von der Anzahl der darin verpackten Solarzellen ab. Die Blindmodule sind aus gleichfarbigem Glas. Sie decken diejenigen kleinen Fassadenflächen ab, an denen sich der Einbau von Photovoltaikzellen nicht lohnt. Der Anteil an der Gesamtfläche beträgt knapp 2%. Weil Photovoltaikmodule in den unteren Geschossen häufiger beschattet sind, nehmen die Produktionserträge im Vertikalverlauf ab. Auch die Balkonnischen liefern mindere Erträge ab.

Eine künftige Evaluation soll dazu beitragen, allgemeine Beschattungslimiten für solche Aktivfassaden zu bestimmen. Der Tagesgang des Stromertrags zeigt jedoch schon heute, welche Teilflächen am meisten Strom erzeugen. Die Dachanlage erreicht den Peak kurz nach der Mittagszeit; zuvor und danach sind vor allem Süd- respektive Westfassade aktiv. Auch die nach Norden und Osten ausgerichteten Photovoltaikmodule liefern relevante Strommengen. Ein hoher Sonnenstand im Sommer wird vor allem für Südfassaden zum Handicap: Je steiler der Strahlungswinkel, umso geringer der Ertrag. Und ebenso weiss man nun: Solarfassaden liefern in saisonalen Übergangszeiten höhere Erträge als im Sommer. Die Tagestemperaturen sind niedriger, was den Photovoltaik-Wirkungsgrad erhöht.

Im Zusammenspiel funktionieren die vier Aktivfassaden am besten. Bei sonnigem Wetter findet ein Ausgleich der Tagesproduktion statt. Zwischen 9 und 18 Uhr bleibt die Leistungskurve auf einem hohen, relativ konstanten Niveau (vgl. Grafik S. 26).



Schematische Ansicht der Südfassade: Die Module sind entsprechend der an einem Tag produzierten Stromerträge eingefärbt. Der untere Fassadenbereich liegt teilweise im Schatten des Nachbargebäudes.

■ > 12 Wh
■ 8–12 Wh
■ 3–8 Wh
■ 1.2–3 Wh
■ 0–1.2 Wh

Platz für Verkabelung und Zusatzgeräte

Auch was hinter der Aktivfassade liegt, trägt wesentlich zur Ertragsoptimierung bei. Um Leistungsverluste im Stromabtransport zu vermindern, braucht es etwa eine möglichst effiziente Verkabelung. Die Einzelmodule sind entsprechend in die verschiedenen Schaltkreisläufe einzuteilen, wobei das intelligente Schattenmanagement zusätzlich zu berücksichtigen ist. Hierzu ist je eine Schaltgruppe aus zwei bis vier Modulen an ein Zusatzgerät zur Lastoptimierung angeschlossen. Dadurch wird der Elektronenfluss auf einen Bypass um die verschatteten Module herumgelenkt. Ohne diesen Umweg würde ein Engpass entstehen: Innerhalb eines Schaltstrangs limitiert das jeweils leistungsschwächste Modul, wie viel Strom tatsächlich produziert wird. Die Optimierungsgeräte sind 1 kg schwer und etwas grösser als ein Smartphone; mehr als 300 von ihnen sind in der Hinterlüftungszone am Plusenergiebau installiert. Dass diese Technik störungsanfällig ist, hat sich bereits bestätigt. Doch weil die Geräte jeweils einfach zugänglich und konzentriert platziert sind, konnten diese Mängel problemlos behoben werden.

Auf zwei Besonderheiten im konstruktiven Bereich ist abschliessend hinzuweisen: Die Fassadenele-

mente sind an der Unterkonstruktion eingehängt. Dazu werden Profile (Backrails) an die Modulrückseite geklebt. Der Klebstoff ist jedoch elastisch, sodass Spannungsspitzen (etwa bei Wind) besser aufgefangen werden als bei fixierter Punktverbindung. Diese Klebetechnik ist normiert und hat sich beim Bau von konventionellen Glasfassaden bewährt. Und wie auch für andere Vorhangskonstruktionen ist häufig ein Kompromiss zwischen statischen und thermischen Anforderungen zu finden. Die Halterungen selbst dürfen keine Wärmebrücke zwischen Aussenfassade und Rohbau bilden. Am Plusenergiebau an der Ecke Hofwiesen-/Rothstrasse mitten in Zürich verhindert dies ein Verbundmaterial: Die Konsolen und andere Teile der Unterkonstruktion bestehen aus Chromstahl respektive glasfaserverstärktem Kunststoff mit jeweils geringer Wärmeleitfähigkeit. •

Karl Viridén, Viridén + Partner, viriden@viriden-partner.ch;
Paul Knüsel, Redaktor Umwelt/Energie

Anmerkung

1 Jahresbericht 2016 BFE «Leuchtturm PhotovoltaikFassade an Plusenergiebau-Sanierung Zürich».