



# Mit Photovoltaik-Fassade Eigenverbrauch optimiert

**PV-Fassade** | In einem mehrjährigen Praxistest untersucht EWZ, wie eine auf alle vier Gebäudeseiten ausgerichtete Photovoltaik-Fassadenanlage den Eigenverbrauch beeinflusst und wie dieser maximiert werden kann. Als Forschungsobjekt dient das preisgekrönte Mehrfamilienhaus, das 2016 unter Federführung von Viridén + Partner AG zu einem bewohnbaren Sonnenkraftwerk umgebaut wurde.

GERHARD EMCH

Im Zürcher Stadtkreis 6 haben die Architekten von Viridén + Partner AG ein Mehrfamilienhaus von 1982 gesamtheitlich saniert: Mit einer neuartigen Glasfassade aus matten, farbigen Photovoltaikmodulen und intelligenter Haustechnik haben sie das Gebäude zu einem bewohnbaren Sonnenkraftwerk umgebaut. Der Umbau ist ein «Leuchtturmprojekt» aus Sicht der Schweizer Energiezukunft. Bund, Kanton und Stadt Zürich unterstützen daher das Projekt. Im

mehrjährigen Praxistest untersucht EWZ als Partner, wie eine auf alle vier Gebäudeseiten ausgerichtete Photovoltaik-Fassadenanlage den Eigenverbrauch beeinflusst und wie dieser maximiert werden kann. Dazu bezieht EWZ die Wärmepumpe und einen Teil der Energiebezügerinnen und -bezüger zur Lastverschiebung mit ein und untersucht die Auswirkungen auf die Netzstabilität innerhalb des Quartiers. Nun liegen erste Resultate vor.

Die Sanierung des Mehrfamilienhauses hebt sich durch die neuartige Glasfassade ab, die nebenbei auch Energie produziert. Kernstück ist das Photovoltaikmodul mit matter Oberfläche, dessen Farbe unterschiedlich gewählt werden kann. Zwar hebt sich die Materialisierung von den benachbarten, verputzten Hauswänden ab, doch der grau-grüne Farbton (**Bild 1**) passt die Fassade optisch in die Umgebung ein. Die Photovoltaikmodule sind auch aus der Nähe kaum zu erkennen. Dank

der neuen Fassade und der intelligenten Haustechnik konnte der Energiebedarf des neu sechsstöckigen Mehrfamilienhauses, trotz zweier zusätzlicher Stockwerke, um 72% gesenkt werden.

**Einmaliges Forschungsobjekt dank der Grösse der PV-Fassade**

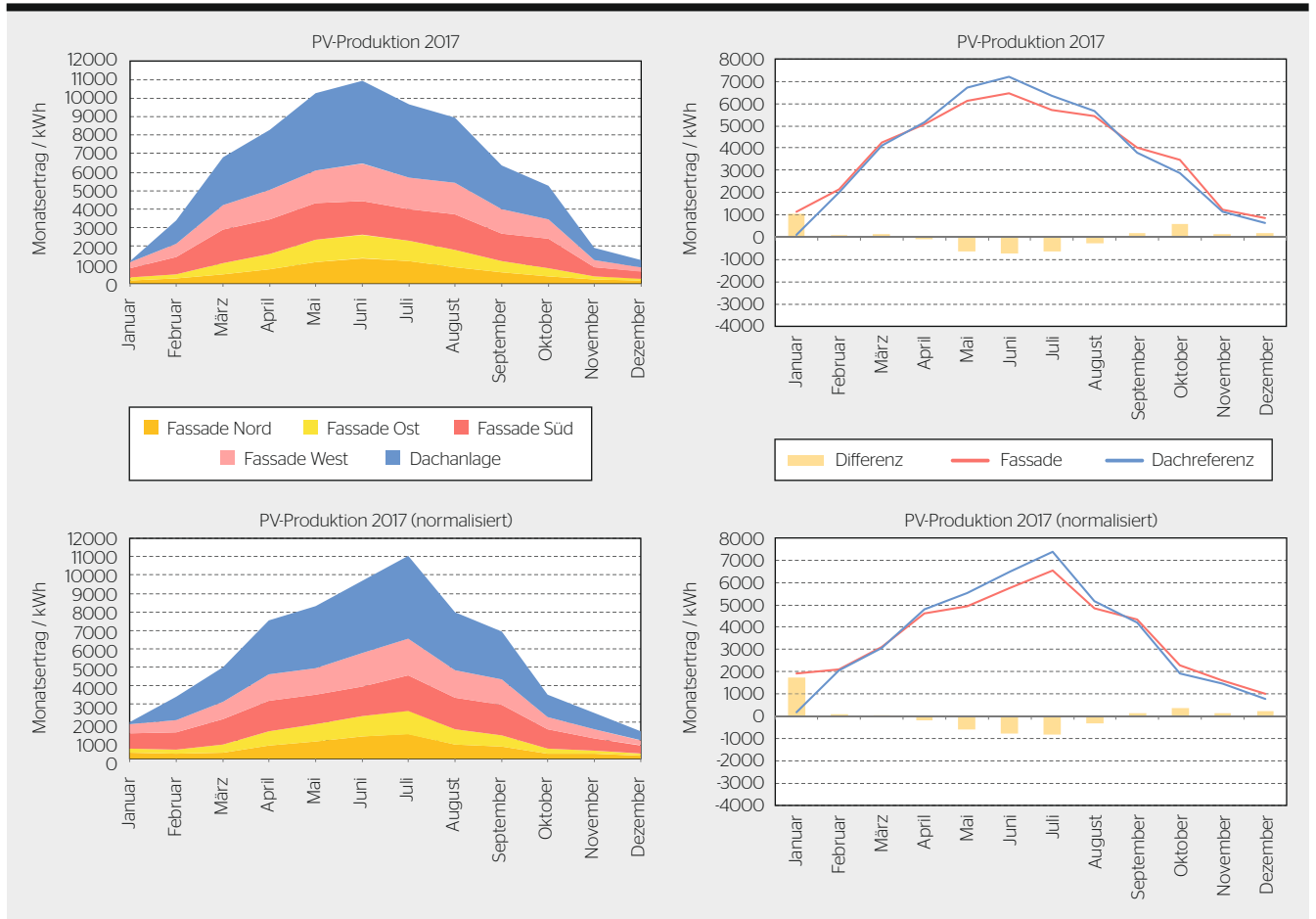
Die Photovoltaik-Fassadenanlage ist mit 1586 m<sup>2</sup> aktiver Fläche erheblich grösser als die Photovoltaik-Dachanlage mit 165 m<sup>2</sup>. Viele Gebäude im städtischen Umfeld weisen ähnliche Verhältnisse mit einem höheren solaren Ertragspotenzial der Fassade im Vergleich zum Dach auf. Aufgrund ihrer Ausrichtung und Form wurden alle vier Fassaden fast vollständig mit Photovoltaikmodulen ausgerüstet. Die Kombination einer Dachanlage mit vier Fassadenanlagen sowie die Grösse der Anlage ist bisher einmalig im städtischen Umfeld und bietet Möglichkeiten für verschiedene Untersuchungen im Hinblick auf die Umsetzung der Stromzukunft [1] von EWZ respektive der Energiestrategie 2050 des Bundes.[2]



**Bild 1** Unsichtbare Photovoltaik in aktiver Glasfassade.

Für EWZ stehen im über sechs Jahre angelegten Praxistest die folgenden Fragen im Zentrum: Wie beeinflusst eine auf alle Seiten ausgerichtete Photovoltaik-Fassadenanlage den Eigenverbrauch, und wie kann dieser auf das Maximum optimiert werden? Wie stark

belastet oder entlastet die Energieproduktion der Photovoltaikanlage das Stromnetz unter Einbezug von Lastverschiebungen der Wärmepumpe und einzelnen Elektrobezügern? Und welchen Einfluss hat eine zusätzlich eingebaute Batterie auf die Netzentlastung?



**Bild 2** Die Photovoltaik-Produktion im Jahresverlauf 2017.

## Preisgekrönte Fassade

Die Sanierung des Mehrfamilienhauses hat den Schweizer Solarpreis 2017 und den Publikumspreis des Fassaden-Award PrixForix 2018 erhalten. Der spezifische Ertrag der Fassadenanlage im Vergleich zu einer Dachanlage ist tiefer. Damit sind sowohl die Kosten als auch die Umweltbelastung höher. Längerfristig erwartet EWZ, dass sowohl die Kosten als auch die Umweltbelastung bis 2050 auf einen Drittel bis einen Viertel der heutigen Werte sinken werden.[3] Die neuen Gestaltungsmöglichkeiten und die anhaltend sinkenden Kosten der Photovoltaikmodule lassen erwarten, dass künftig vermehrt Fassadenanlagen realisiert werden.

Nun liegen die Resultate des ersten Betriebsjahres vor. In diesem wurden der Eigenverbrauchsanteil im Vergleich zu einer ertragsgleichen Dachanlage, die Rückspeiseleistung ins Verteilnetz von EWZ sowie der saisonale Ausgleich vertieft untersucht.

### Hoher Eigenverbrauchsanteil mit Fassadenanlage

Der spezifische Ertrag der Photovoltaik-Fassadenanlage liegt erwartungsgemäss tiefer als bei einer entsprechenden ertragsgleichen Dachanlage. Dies, weil insbesondere die Anlageanteile an der Nordfassade vergleichsweise wenig Sonnenlicht, dafür konzentriert auf die Abendstunden, erhalten und weil im städtischen Umfeld Fassadenanteile immer wieder beschattet sind. Jedoch konnten bereits ohne Batterie ein hoher Eigenverbrauchsanteil und Autarkiegrad erreicht werden. Diese über-

durchschnittlichen Werte für eine Anlage dieser Grösse sind auf die Neigung und Ausrichtung der Fassadenanlage in vier Himmelsrichtungen sowie die Regelung der Wärmepumpen zurückzuführen.

Aufgrund der Neigung und Ausrichtung der Fassadenanlagen liegen die maximale Produktions- und Rücklieferleistung deutlich tiefer als die eigentliche Anlagenleistung. Allerdings ist die maximale Rücklieferleistung immer noch grösser als die Bezugsleistung ab Netz und bestimmt somit die Grösse des Hausanschlusses. Im Vergleich zu einer ertragsgleichen Dachanlage hat die Fassadenanlage im Jahr 2017 5,2% (normalisiert 7,0%) der Sommerproduktion in das Winterhalbjahr verlagert. Zum Vergleich: Die Schweizer Wasserkraftwerke haben 2017 rund 30% der Sommerzuflüsse für das Winterhalbjahr in Speicherseen zwischengelagert. Obschon

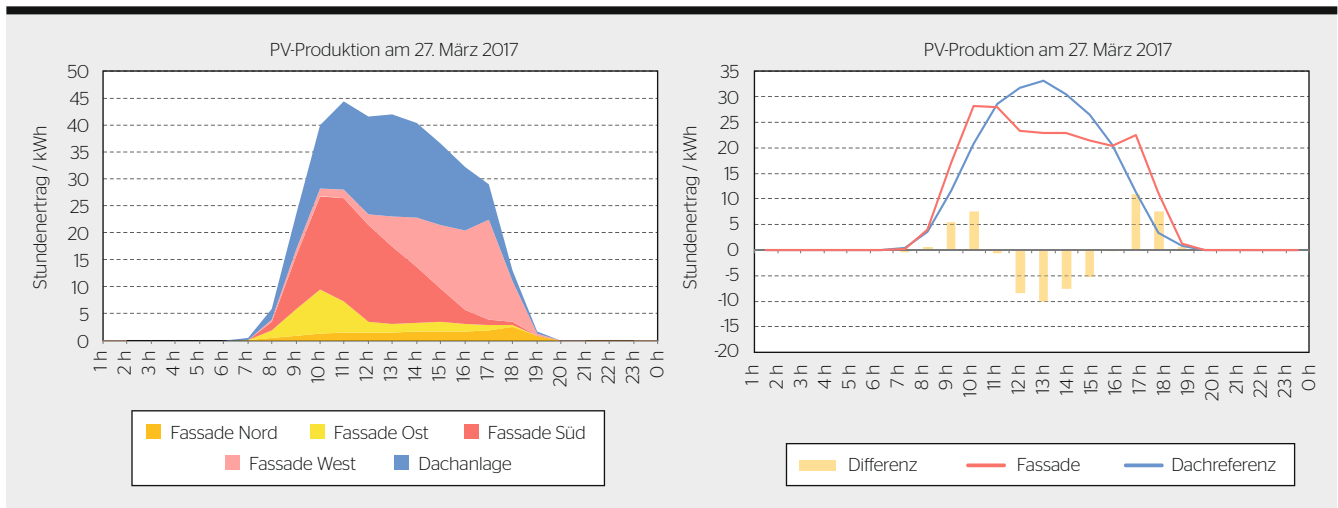


Bild 3 Ertragreichster Tag im März 2017.

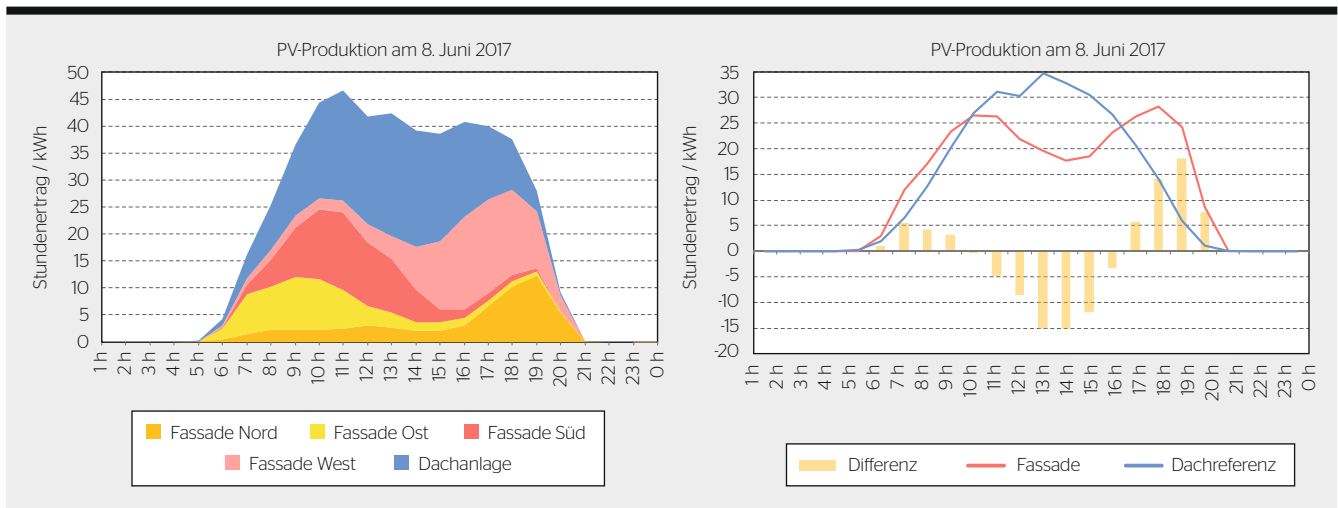


Bild 4 Ertragreichster Tag im Juni 2017.

Bilder: EWZ

die verlagerte Solarproduktion nicht abrufbar ist, wird der saisonale Ausgleich spürbar unterstützt.

### Gleichmässigerer Ertrag als eine ertragsgleiche Dachanlage

Bild 2 zeigt gut, dass die Fassadenanlage im Jahresverlauf im Vergleich zur Dachanlage einen gleichmässigeren Ertrag bereitstellt. In den Grafiken rechts wird die Fassadenanlage mit einer ertragsgleichen Dachanlage verglichen. Die Normalisierung auf ein mittleres Jahr erfolgte auf der Basis der jährlichen Sonnenstunden.

Auch in den Tagesprofilen (Bilder 3-6) ist grafisch gut erkennbar, dass die Fassadenanlage im Tagesverlauf einen gleichmässigeren Ertrag bereitstellt. In den Grafiken rechts wird wiederum die Fassadenanlage mit einer ertragsgleichen Dachanlage verglichen.

### Wärmepumpenanlage auf PV-Produktion abgestimmt

Zur Optimierung des Eigenverbrauchs spielt der Energiebedarf der Wärmepumpenanlage eine Hauptrolle, da diese mit grossen Speichern für Warmwasser und für die Heizung ausgerüstet ist. Die

Steuerung wurde so eingerichtet, dass sie möglichst nur dann läuft, wenn die Photovoltaikanlagen Strom produzieren. Da die Wärmepumpen bis auf 10% der Nennleistung reduziert werden können, war die Anpassung der Bezugsleistung der Wärmepumpe an die Produktions-

#### Messwerte der PV-Anlage 2017

Eigenverbrauchsanteil	38,6%
Autarkiegrad	33,5%
installierte PV-Leistung Gesamtanlage	190 kW
Leistung einer ertragsgleichen Dachanlage	75 kW
maximale Produktionsleistung	58,6 kW
maximale Rücklieferleistung	50,7 kW
maximale Bezugsleistung ab Netz	36,0 kW
Ertrag Dachanlage	29 099 kWh
Ertrag Fassadenanlage	45 977 kWh
gesamter Ertrag	75 076 kWh
spezifischer Ertrag	395 kWh/kW

#### Kennwerte der Anlagen

Heizleistung WP (A-7/W35)	80 kW
PV-Dachanlage	31 kW
PV-Fassadenanlage	159 kW
- Nordausrichtung (S+162°)	48,8 kW
- Ostausrichtung (S-108°)	36,7 kW
- Südausrichtung (S-18°)	39,1 kW
- Westausrichtung (S+72°)	34,4 kW
Lithium-Nickel-Mangan-Kobaltoxid-Batterie	36 kW
Speicherkapazität der Batterie	150 kWh
gesamter Ertrag	75 076 kWh
spezifischer Ertrag	395 kWh/kW

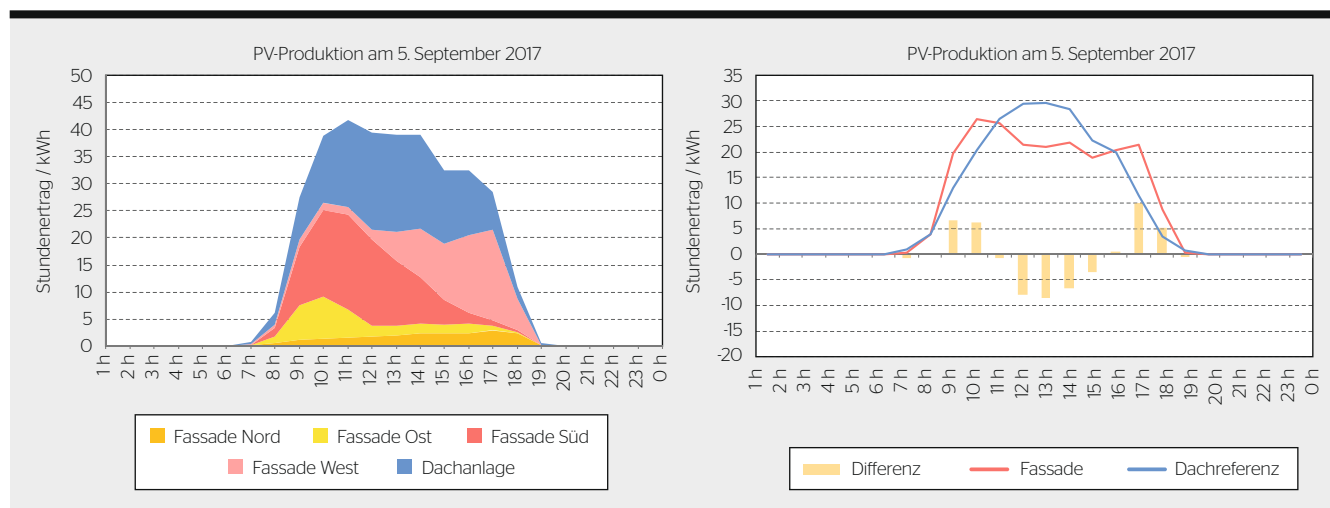


Bild 5 Ertragsreichster Tag im September 2017.

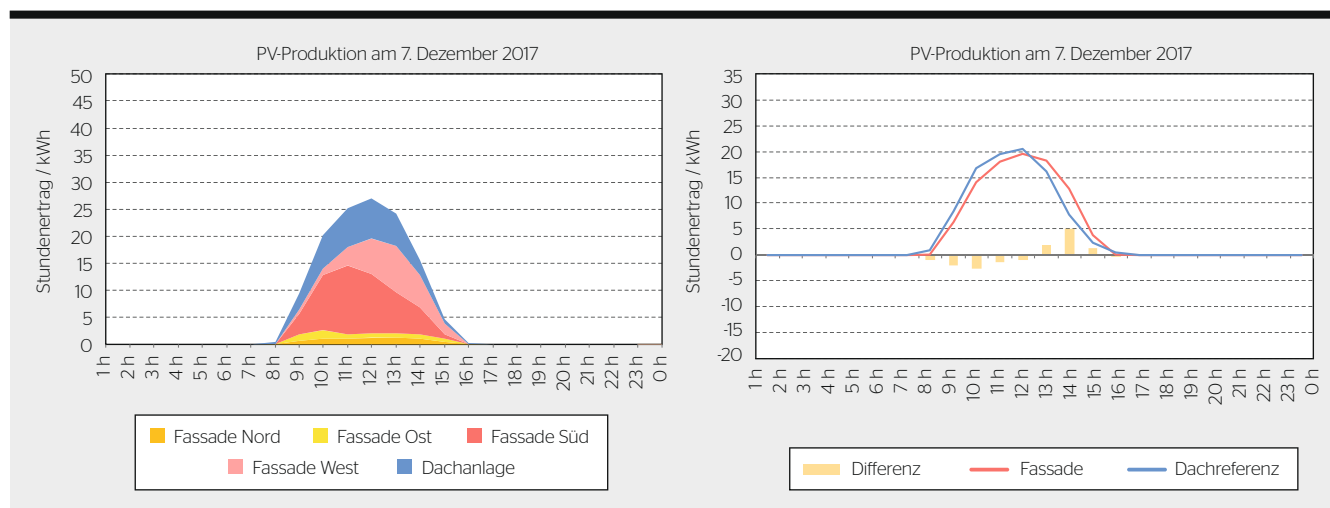


Bild 6 Ertragsreichster Tag im Dezember 2017.

leistung der PV-Anlage nahezu stufenlos möglich. Für die Wärmepumpenanlage hat EWZ folgende Erkenntnisse aus dem ersten Betriebsjahr gewonnen:

- Die Gleichzeitigkeit des Wärmepumpenbetriebs mit ausreichender Photovoltaikproduktion lag im Jahr 2017 zwischen 10% und 63% und im Zeitraum von März bis Oktober 2017 immer über 43%. Die Gleichzeitigkeit wird dabei als Anteil der 15-Minuten-Zeitintervalle ausgedrückt, in denen die Photovoltaikproduktion grösser als der Wärmepumpenbedarf war.
- Unterschätzt wurde der Warmwasserbedarf, namentlich in den Nachtstunden, was wiederholt zum Anlaufen der Wärmepumpe in der Nacht geführt hat.
- Es besteht ein punktueller Konflikt zwischen Eigenverbrauchsoptimierung und Effizienz der Wärmepumpe.

penanlage. Zur Erreichung eines möglichst hohen Eigenverbrauchs müssen die Wärmespeicher geladen sein und dies bei Temperaturen, welche leicht höher liegen als die effektiv benötigten. Diese Temperaturvorhaltung wirkt sich effizienzmindernd auf den Wärmepumpenbetrieb aus, insbesondere bei einer Luft-Wasser-Wärmepumpe.

### Batterie erhöht Eigenverbrauch

EWZ hat im Mehrfamilienhaus einen Batteriespeicher installiert und am 1. April 2018 in Betrieb genommen. Bereits der erste Betriebsmonat zeigt, dass die Batterie einen grossen Einfluss auf Eigenverbrauch und Autarkie hat. Insbesondere der unterschätzte Warmwasserbedarf und als Folge der erhöhte Strombezug ab Netz in den Nachtstunden können damit reduziert werden. Bis Ende 2022 werden neben der Optimie-

rung des Eigenverbrauchs auch die Auswirkungen der Batterie auf die Netzstabilität innerhalb des Quartiers untersucht. Ein einzelnes Gebäude, welches als Sonnenkraftwerk Strom ins Netz liefert, kann die Netzstabilität nicht gefährden. Sollten allerdings mehrere solche Gebäude im gleichen Quartier entstehen, können Spannungs- und Überlastungsprobleme auftreten. Für solche Situationen kann ein Batteriespeicher die Lösung sein, und dies will EWZ in diesem Leuchtturmprojekt prüfen.

#### Referenzen

- [1] [www.ewz.ch/stromzukunft](http://www.ewz.ch/stromzukunft).
- [2] [www.bfe.admin.ch/energiestrategie2050](http://www.bfe.admin.ch/energiestrategie2050).
- [3] Treeze (im Auftrag von EWZ). «Ökobilanzdaten für die Szenarien der Energiezukunft 2050», 2015.



#### Autor

**Gerhard Emch** ist Leiter operative Nachhaltigkeit bei EWZ.  
→ EWZ - Elektrizitätswerk der Stadt Zürich,  
8050 Zürich  
→ [gerhard.emch@ewz.ch](mailto:gerhard.emch@ewz.ch)

## RÉSUMÉ

### Optimisation de la consommation propre grâce à la façade photovoltaïque

Objet de recherche

Dans le cadre d'un test pratique réalisé sur plusieurs années, EWZ analyse comment une installation photovoltaïque posée sur les quatre côtés d'un bâtiment peut influencer la consommation propre et la maximiser. Un immeuble, projet phare, qui a été transformé en centrale solaire habitable en 2016 sous l'égide de Viridén + Partner AG sert d'objet de recherche.

Situé dans le Kreis 6 de Zurich, ce bâtiment construit en 1982 a été complètement rénové: le cabinet d'architectes l'a transformé en une centrale solaire habitable, l'équipant d'une façade vitrée novatrice composée de modules photovoltaïques mats et colorés et de systèmes domotiques intel-

ligents. Du point de vue de l'avenir énergétique suisse, cette transformation constitue un « projet phare », c'est pourquoi la Confédération ainsi que le canton et la ville de Zurich soutiennent le projet. Dans le test pratique réalisé sur plusieurs années, l'entreprise partenaire EWZ analyse comment une installation photovoltaïque posée sur les quatre côtés d'un bâtiment peut influencer la consommation propre et la maximiser. Pour ce faire, EWZ intègre la pompe à chaleur et une partie des consommateurs d'énergie dans le déplacement de charge et étudie les répercussions sur la stabilité du réseau au sein du quartier. Les premiers résultats sont désormais disponibles.

MR