

# Solarer Winterstrom und mehr Eigenstromproduktion dank Photovoltaikfassaden

Photovoltaikanlagen werden in der Architektur zunehmend als integrales und gestaltbares Bauelement wahrgenommen und genutzt. Die Produktvielfalt und die damit verbundenen Gestaltungsmöglichkeiten haben in den letzten Jahren zugenommen. Individuelle solaraktive Bauwerke können geschaffen werden. Neben der Photovoltaikanlage auf dem Dach, kann mit der Nutzung der Fassaden die Energiebilanz mehrgeschossiger Wohn- oder Gewerbebauten markant verbessert werden. Energielabels, wie Minergie-A oder GEAK A/A werden damit auch bei Gebäuden mittlere Höhe und Hochhäusern erreicht.

Welches Potential bietet tatsächlich die Photovoltaik in Fassadenflächen in der Praxis? Die Ersatzneubauten Affolternstrasse 158 und Oberwiesenstrasse 67/69 in Zürich-Oerlikon wurden mit gebäudeintegrierter Photovoltaik auf den Dächern und umlaufend an allen Fassaden ausgestattet und sind seit Ende 2018 in Betrieb. Die Messdaten zeigen, dass die Solarproduktion bei mehrgeschossigen Gebäuden mehr als verdoppelt werden kann, im Vergleich zur ausschliesslichen Nutzung der Dachflächen mit Photovoltaik. Die Südfassaden liefern in einem ausgeglichenen Sommer/Winter-Produktionsverhältnis von 40%/60% den höchsten Energieertrag aus den Fassaden. In den Wintermonaten liefern diese jedoch kaum mehr Energie als die Dachanlagen. Die Photovoltaik an Ost- und Westfassaden stellen einen wichtigen Beitrag zur Morgen- und Abendstromproduktion und damit zur Steigung des Eigenstromverbrauchs und des Autarkiegrads des Gebäudes dar. Aber auch die Nordfassaden bieten ein oft unterschätztes Ertragspotential, insbesondere wenn das Gebäude leicht nach Ost oder West orientiert ist und im Sommer die Nordfassade noch direkt von der Sonne angestrahlt wird. Die Betriebserfahrungen über die integrierten Photovoltaikanlagen werden nachfolgend erläutert und grafisch illustriert.

## Situationsplan und Anlagendaten

Die beiden Mietliegenschaften sind um 20° nach Südwesten orientiert. Die Affolternstrasse 158 (OE02774) verfügt über 8 Apartments auf 4 Stockwerken und die Oberwiesenstrasse 67/69 (OE02773) über 18 Apartments auf 5 Stockwerken verteilt.

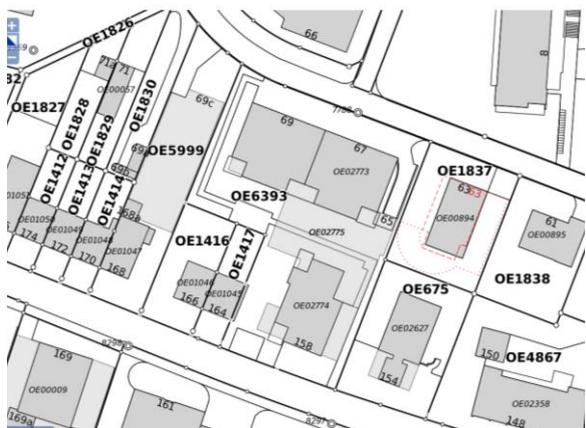


Abb. 1: Katasterplan



Abb. 2: Luftaufnahme der Liegenschaften

Affolternstrasse 158:



Flachdachanlage:

Monokristalline Glas/Glas-Module rahmenlos, Südwest ausgerichtet, 10° Neigung, installierte Leistung 7.96 kWp, Fläche 45m<sup>2</sup>

Fassadenanlagen:

Monokristalline Glas/Glas-Elemente mit blauem Siebdruck, rahmenlos, an allen vier Fassaden, 90° Neigung, installierte Leistung 32.74 kWp, Fläche 302 m<sup>2</sup>

Oberwiesenstrasse 67/69:



Flachdachanlage:

Monokristalline Glas/Glas-Module rahmenlos, Südwest ausgerichtet, 10° Neigung, installierte Leistung 29.34 kWp, Fläche 166 m<sup>2</sup>

Fassadenanlagen:

Monokristalline Glas/Glas-Elemente mit blauem Siebdruck, rahmenlos, an allen vier Fassaden, 90° Neigung, installierte Leistung 52.82 kWp, Fläche 481 m<sup>2</sup>

### **Solarstromproduktion deutlich steigern mit Solarfassaden**

Bei Wohnliegenschaften gewinnt die Eigenstromproduktion immer mehr an Bedeutung, da der Bedarf an Elektrizität für die Wohnungen sowie für erneuerbares Heizen mit Wärmepumpe und dem zukünftigen Laden von Elektroautos zu einem grossen Anteil durch die hauseigene Solaranlage gedeckt werden kann. Durch die zusätzliche Nutzung der Fassaden neben der Dachfläche für Photovoltaik wird der solare Jahresenergieertrag bei mehrgeschossigen Gebäuden deutlich gesteigert. Eine Verdoppelung der Jahresproduktion ist bei Nutzung aller vier Fassadenseiten möglich. Wieviel zusätzliches Ertragspotential die Fassadenflächen bieten, hängt massgeblich von der Kubatur und damit vom Flächenverhältnis Fassaden / Dach ab. Bei kompakten Baukörpern mit quadratischem Grundriss kann die Solarproduktion der Fassaden die Produktion der Dachanlage übersteigen. Das MFH Affolternstrasse 158 stellt ein solches Beispiel dar: Bei dem Gebäude liefern die Fassaden ca. 55% und die Flachdachanlage ca. 45% der Jahresenergieproduktion bei einer Bruttofläche der Fassaden von 380 m<sup>2</sup> und einer Dachfläche von 115 m<sup>2</sup> (Abb.3). Das Produktionsverhältnis ändert sich allerdings bei gestreckten Gebäuden, wie z.B. beim MFH Oberwiesenstrasse 67/69: Hier liefern die Fassaden lediglich ca. 35% und die Flachdachanlage ca. 65% bei einem Bruttoflächenverhältnis von 616 m<sup>2</sup> Fassaden zu 338 m<sup>2</sup> Dach (Abb. 4).

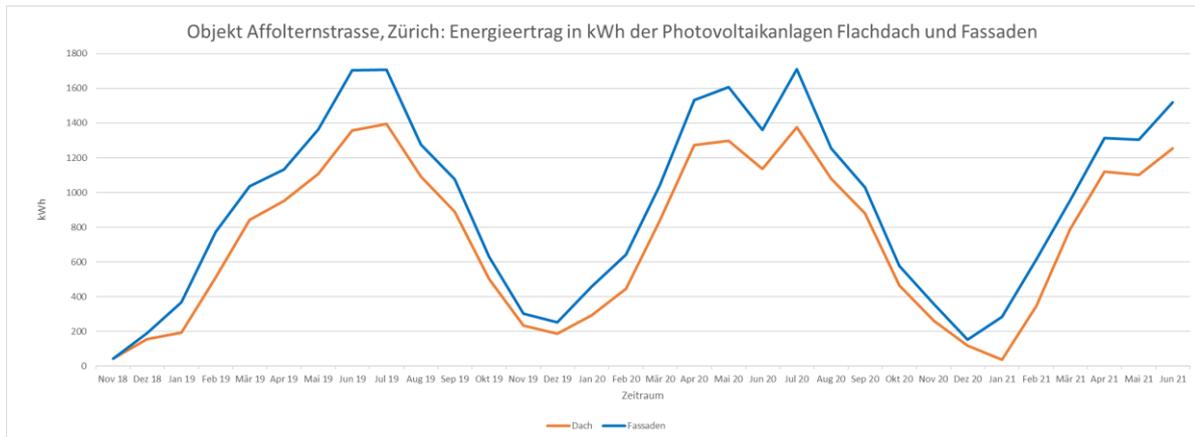


Abb. 3: Jahresproduktionsverlauf der PV-Anlagen Affolternstrasse 158

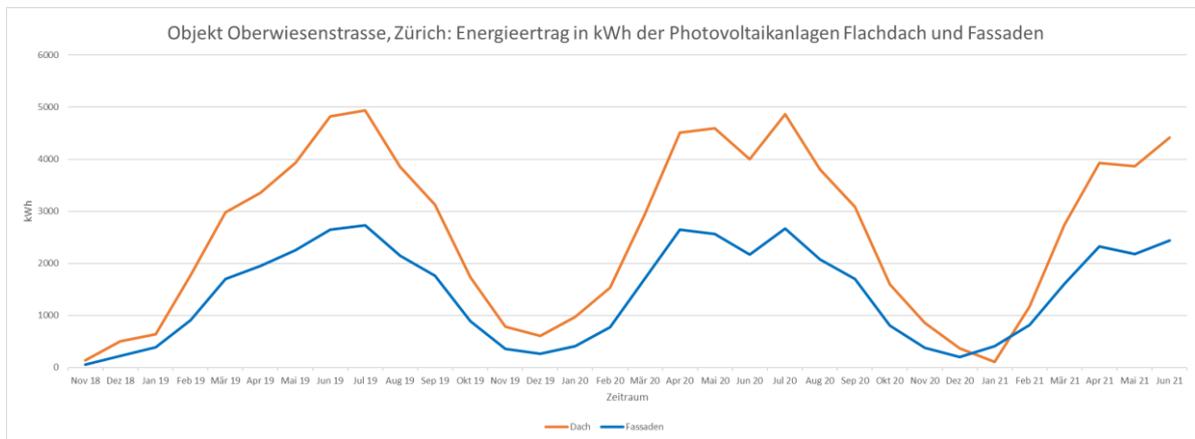


Abb. 4: Jahresproduktionsverlauf der PV-Anlagen Oberwiesenstrasse 67/69

Der Verlauf der Produktionskurve der umlaufenden Fassadenanlagen ist ähnlich wie bei der Dachanlage. Das typische Produktionsmaximum im Sommer und das Minimum im Winter weisen beide auf. Unterscheiden tun sich diese in der Produktionsmenge.

Die mögliche Energieproduktion der Fassadenanlagen wird insbesondere im städtischen Raum massgeblich durch Schattenwürfe beeinflusst. Beschattungen entstehen einerseits durch nachbarschaftliche Gebäude sowie der Landestopografie und andererseits durch Überstände am Baukörper selbst, z.B. durch Balkone oder andere auskragende Bauteile. Die Überstände können bei Neubauten durch die Planung reduziert oder sogar eliminiert werden. Alle anderen Schattenwürfe sind gegeben und deren Einfluss auf den Energieertrag kann ausschliesslich durch die Planung der elektrischen Solarmodul-Verschaltung begrenzt werden (Abb. 5).

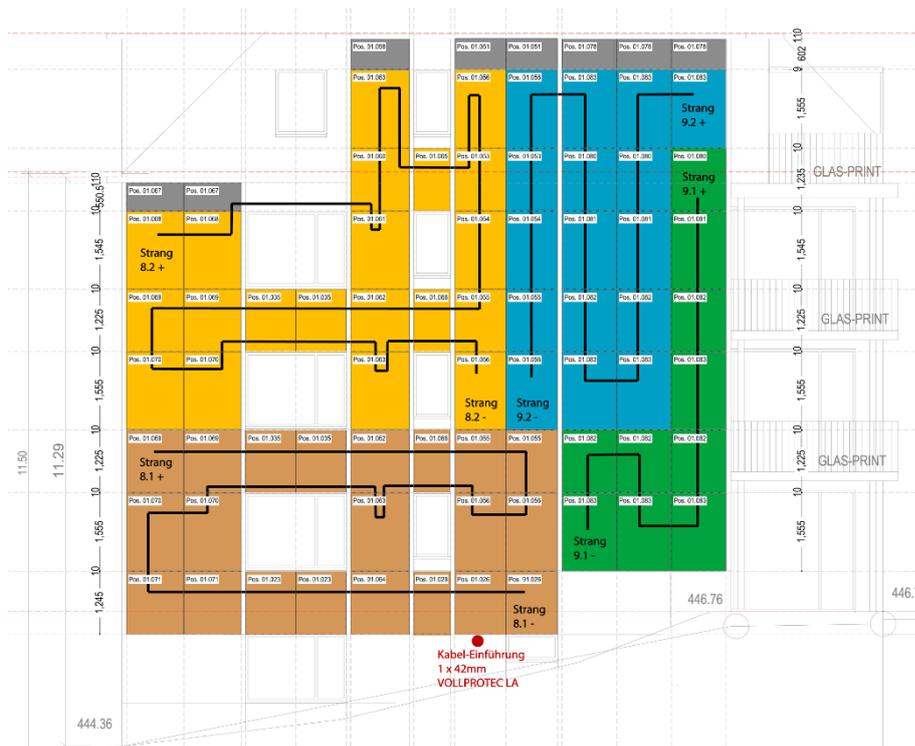


Abb 5: Stangplan Fassade Oberwiesenstrasse West

## Energetischer Beitrag unterschiedlich orientierter Solarfassaden

Der Jahresenergieertrag aus Photovoltaikanlagen wird im Wesentlichen von der Sonneneinstrahlungsdauer und von der Ausrichtung der Solarmodule bestimmt. Damit die Energieproduktion unterschiedlich orientierter Solarmodule unabhängig von ihrem Wirkungsgrad verglichen werden kann, wird der gemessene Energieproduktion als spezifischer Ertrag in kWh pro kWp umgerechnet. Dies erlaubt den direkten Vergleich der Energieproduktion von Solarmodulen unterschiedlicher Effizienz in den Fassaden und auf dem Dach (Abb. 6). Die Jahresenergieerträge in den Fassaden betragen abhängig von der Ausrichtung zwischen lediglich 56% und 17% im Vergleich zum Ertrag der Dachanlage. Bedingt durch Beschattungen können zusätzliche Ertragsunterschiede von bis zu 20% auftreten. Von Interesse sind diese Teilerträge aus den Fassaden für die Gesamtenergiebilanz des Gebäudes.

Anlage/ Orientierung	Flachdach +20°	Südwestfassade +20°	Südostfassade -70°	Nordwestfassade +110°	Nordostfassade -160°
<b>Affolternstrasse</b>					
Produktion Jahr 2020 [kWh/kWp/a]	1'166	656	504	385	202
Produktionsvergleich zu Dachanlage [%]	-	56%	43%	33%	17%
<b>Oberwiesenstrasse</b>					
Produktion Jahr 2020 [kWh/kWp/a]	1'142	531	518	443	256
Produktionsvergleich zu Dachanlage [%]	-	46%	44%	38%	22%

Abb. 6: Vergleich Jahresenergieertrag in kWh pro kWp von Fassaden und Dachanlagen

## Jahresproduktionsprofil und Winterstromanteil

Betrachtet man nun den Verlauf der Jahresproduktion der einzelnen Teilfassaden in Abb. 7 und Abb. 8, dann werden deutliche Unterschiede sichtbar. Die Photovoltaik an Südfassaden liefert von Frühjahr bis Herbst relativ konstante Erträge. Das Maximum wird im März/April und im

September/Oktober erreicht. Im Winter liefert die Südfassade am Standort Zürich ähnliche Energieerträge wie die Dachanlage. Dass im Winter die Produktion in der Südfassade nicht deutlich höher ist als vom Dach, hängt mit dem hohen Anteil an diffusem Licht durch oft bewölktetes Wetter zusammen. An sonnigen Winterstandorten, wie z.B. in alpinen Regionen, übersteigt die Winterproduktion der Südfassade meist die Produktion der Dachanlage.

Ertragsvorteile bieten Fassaden bei Schneeaufkommen. Die Anlagen produzieren uneingeschränkt weiter und profitieren sogar noch von Schneereflexionen, während die schneebedeckte Dachanlage ausser Betrieb geht. In Abb. 7 und Abb. 8 ist im Januar 2021 der Produktionsverlust der Dachanlagen zu erkennen aufgrund von Schneebedeckungen.

Die Energieproduktion an Ost- und Westfassaden verläuft in einem Sommermaximum und Winterminimum. Die Erträge sind niedriger als bei südorientierten Fassaden, da die Flächen nur halbtags besonnt werden. Zudem ist die Winterproduktion, wie auch bei der Nordfassade sehr gering, da bei oft beschatteten Solarflächen der Winterstromanteil deutlich ab.

Die Nordfassaden liefern übers Jahr den geringsten spezifischen Energieertrag, ca. 17% - 22% von einer Dachanlage. Allerdings verfügen Nordfassaden meist über einen hohen Flächenanteil mit weniger Fensterfläche, mit dem dennoch einiges an Jahresenergie produziert werden kann. Ist die Nordfassade leicht nach West oder Ost orientiert, dann liefert diese in den Sommermonaten morgens oder abends zusätzlich wertvolle Energie für den Eigenstrombedarf (Abb. 10 und Abb. 11). Die Nordfassade ist daher in vielen Fällen besser als ihr Ruf ist und sollte für den Einsatz der Photovoltaik durchaus bei der Planung in Erwägung gezogen werden.

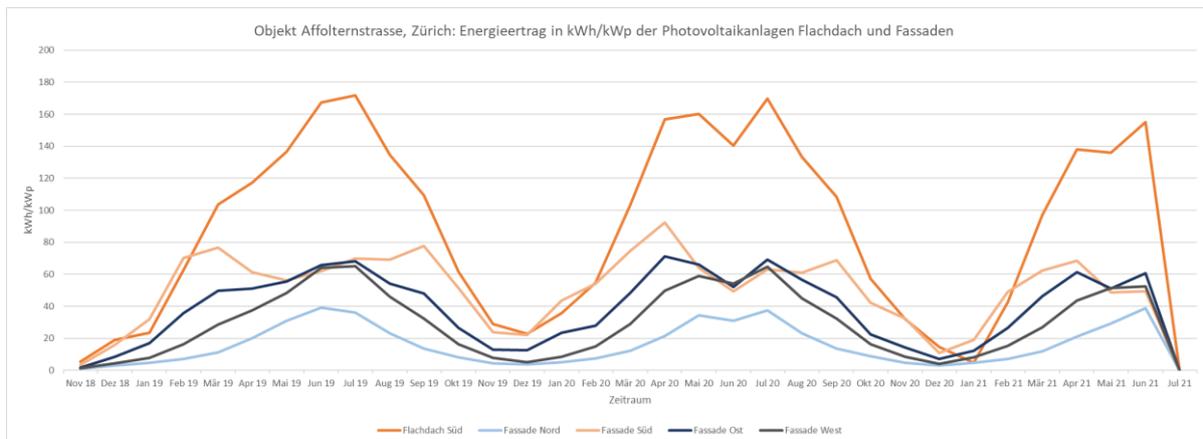


Abb. 7: Affolternstrasse: Gemessener Jahresproduktionsverlauf umgerechnet in kWh/kWp von Fassaden und Dach

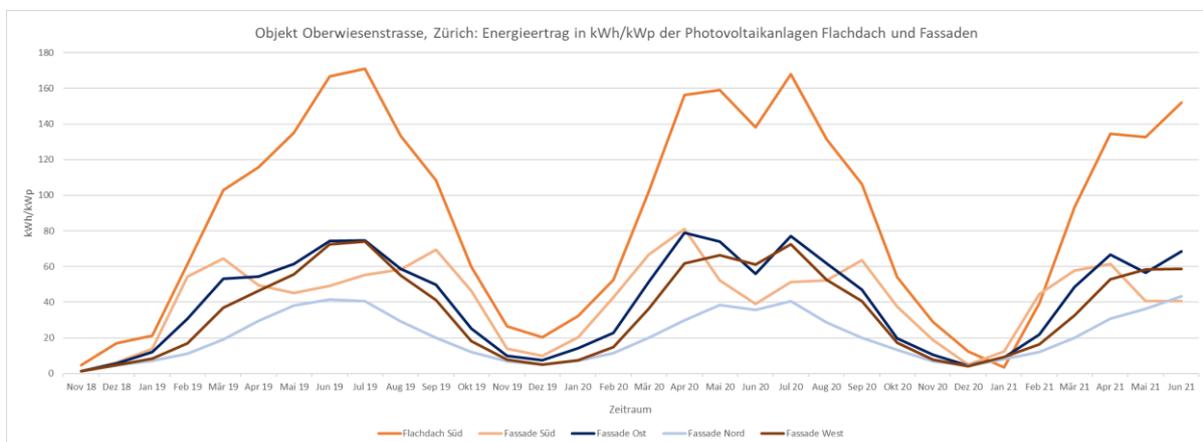


Abb. 8: Oberwiesenstrasse: Gemessener Jahresproduktionsverlauf umgerechnet in kWh/kWp von Fassaden und Dach

## Verteilung der Energieproduktion übers Jahr

Das Sommer/Winter-Verhältnis der Energieproduktion ist am ausgeglichensten an der Südfassade mit ca. 60%/40%. Die Dachanlagen erreichen ca. 73%/27%. Die Produktionsverteilung der Ost- und Westfassade ist vergleichbar wie bei der Dachanlage. Ist die Ost- und Westfassade eher südlich orientiert dann nimmt der Winteranteil zu, ist die Orientierung eher in Richtung Norden, dann nimmt der Winteranteil ab. Die grösste Differenz in der saisonalen Produktionsverteilung weist die Nordfassade mit unter 20% Winteranteil und über 80% Sommeranteil auf (Abb. 9).

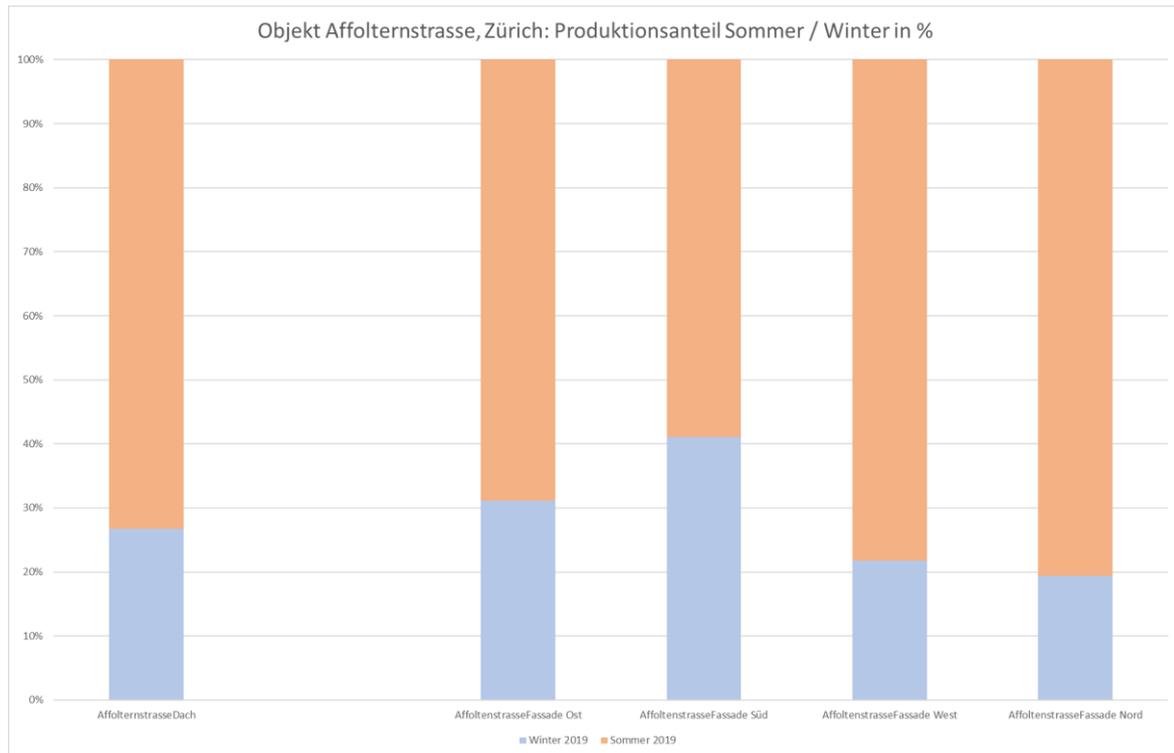


Abb. 9: Produktionsverhältnis Sommer/Winter von allen Teilanlagen

## Steigerung Eigenstromverbrauch mit Solarfassaden

Bei der Betrachtung von Tagesproduktionsprofilen an Schönwettertagen im Sommer, Frühjahr und Herbst ist die hohe Energieproduktion am Morgen und am Abend durch die Ost- und Westfassaden zu erkennen. Im den Randzeiten besteht in Wohnliegenschaften ein hoher Energiebedarf, der direkt mit der Energie aus den Ost- und West-Fassaden gedeckt werden kann. Der solare Eigenstromverbrauchs und der Autarkiegrad der Liegenschaft nimmt damit zu (Abb. 10 und Abb. 11). Die Südfassade produziert im Sommer verhältnismässig wenig Energie. Die Produktion nimmt dann im Frühjahr und Herbst durch den optimaleren Anstellwinkel der Sonne auf die Fassade deutlich zu und übertrifft sogar die Produktion der Dachanlage. Der Produktionsverlauf der leicht nach Nordnordost orientierten Fassade zeigt, dass diese im Sommer morgens direkt besonnt wird und damit auch einen Beitrag zum solaren Morgenstrom leistet.

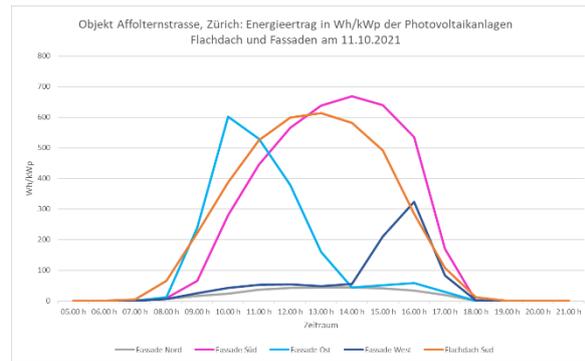
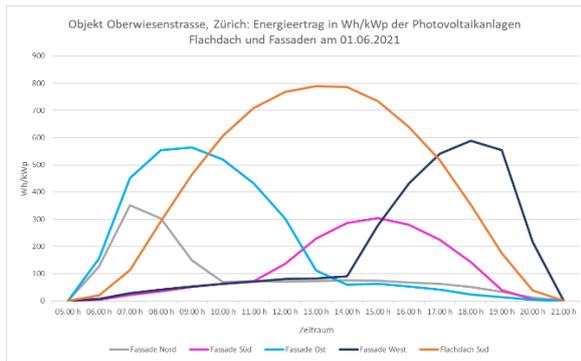


Abb. 10: Oberwiesenstrasse: Produktionsverlauf im Sommer    Abb. 11: Affolternstrasse: Produktionsverlauf im Herbst

## Empfehlungen an Bauherren

Bei der Frage, ob auch die Fassaden zur Solarstromproduktion an mehrgeschossigen Gebäuden genutzt werden sollten, sollte die Antwort von Fachleuten heute «Ja» lauten. Auf lange Sicht gesehen steigt der Elektrizitätsbedarf für Wohnen, Heizen und Mobilität. Die solaraktive Fassade liefert einen wichtigen Beitrag dazu und amortisiert sich dabei finanziell noch selbst im Vergleich zu einer herkömmlichen Fassadeneindeckung. Mit zusätzlicher Nutzung der Fassaden kann die solare Jahresproduktion der Dachanlage mehr als verdoppelt werden, auch wenn diese einen geringeren Energieertrag pro installiertem kWp erreichen. Vorteile bieten die Fassaden bei der Steigerung des Eigenstromverbrauch und des Autarkiegrad der Liegenschaft. Durch die zusätzlich installierte Leistung wird mehr Winterstrom produziert. Bei Nutzung der Ost- und Westfassaden wird zusätzlicher solarer Morgen- und Abendstrom geliefert. Die Nordfassade bietet meistens ein grosses zusätzliches Flächenpotential, welches genutzt werden kann und den Wunsch des Architekten nach gleicher Gestaltung auf allen Fassadenseiten erfüllt. Die Zusatzinvestition ist eine langfristige, da Solarfassaden hochwertige Glasfassaden sind und das Gebäude in energetischer Hinsicht für die nächsten Jahrzehnte gerüstet ist.

## Ersatzneubauten Affolternstrasse 158 und Oberwiesenstrasse 67/69 in Zürich-Oerlikon

Architekturen  
BKG Architekten AG  
Münchsteig 10  
8008 Zürich  
T +41 44 385 93 11  
[info@bkg.ch](mailto:info@bkg.ch)

Solarplaner  
CREnergie GmbH  
Z.I. En Bovéry 52  
1868 Collombey  
T +41 (0)24 557 91 00  
[info@crenergie.ch](mailto:info@crenergie.ch)

## Autor

### **Christian Renken**

Dipl.-Ing. Elektrische Energietechnik (FH) /  
Energieberater eidg. FA / GEAK Experte

CREnergie GmbH  
Z.I. En Bovéry 52  
1868 Collombey  
M +41 (0)76 437 40 39  
[christian.renken@crenergie.ch](mailto:christian.renken@crenergie.ch)