



Diskussionsbeitrag des Energiebeauftragten

Zürich, 12. April 2017

Der Beitrag von Strom aus neuen PV-Anlagen zur 2000-Watt-Gesellschaft

Was ist der Zielbeitrag der Photovoltaik-Anlagen zur Decarbonisierung der Energieversorgung und wie sind die Ergebnisse unter den heutigen Rahmenbedingungen zu beurteilen? Welche Wahl haben in diesem Kontext Mieter/innen und Gebäudeeigentümer/innen?

Decarbonisierung als Schlüsselmassnahme

Die Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft - 2000-Watt „Energieverbrauch“ und 1 Tonne CO₂-Emissionen pro Kopf der Bevölkerung als Maximalwerte für das Jahr 2050 – setzt neben der Verstärkung von Energieeffizienzmassnahmen durch alle EnergiekonsumentInnen vor allem eine Decarbonisierung der Energieversorgung voraus.

Der dafür im Gebäudebereich nötige Ersatz fossiler durch erneuerbare Energien – beispielsweise mittels Wärmepumpen oder Sonnenkollektoren - bleibt als Massnahme i.d.R. den Gebäudeeigentümern vorbehalten. Über 90% der Stadtzürcher Bevölkerung sind hingegen MieterInnen, deren Strommix heute schon praktisch CO₂-frei ist. Ihr grösstes Decarbonisierungspotenzial liegt beim Umstieg von fossil betriebener Mobilität zu Elektromobilität bzw. noch mehr auf den Öffentlichen Verkehr.

Umbau der Stromversorgung als langfristige Herausforderung

Als Ergebnis dieser Massnahmen zur Decarbonisierung wird der Stromanteil für die Energieversorgung des Gebäudebereichs und der Mobilität langfristig steigen. Gleichzeitig steht in der Schweiz der Ausstieg aus der Kernenergie an; in einigen europäischen Nachbarländern zusätzlich noch der Ausstieg aus den bestehenden fossilen Stromproduktionsanlagen. Damit müssen die neuen erneuerbaren Stromproduktionsarten massiv ausgebaut werden, wobei die grössten Potenziale in Europa bei Wind- und Solarstrom, in der Schweiz vor allem beim Solarstrom liegen. Die Hauptrolle bei diesem Umbau der Stromversorgung spielt die Elektrizitätswirtschaft, zunehmend wichtigere Nebenrollen spielen künftig aber auch GebäudeeigentümerInnen und MieterInnen.

Solarstrom für die Decarbonisierung

Für GebäudeeigentümerInnen hat sich die Installation von eigenen PV-Anlagen für eine teilweise Deckung des eigenen Stromverbrauchs (sog. PV-Prosumer-Anlagen zur Eigenbedarfsdeckung) aufgrund gesetzlicher und kostenmässiger Entwicklungen deutlich verbessert. Neben Förderbeiträgen der öffentlichen Hand (Investitionsbeiträge) entfallen bei der Eigenbedarfsdeckung auch die beim Netzbezug anfallenden Netznutzungsgebühren und Abgaben. Damit ist die reine Eigenbedarfsdeckung aus PV-Prosumer-Anlagen i.d.R. günstiger als der Netzbezug. MieterInnen sind als StromkonsumentInnen dank entsprechenden Produktinnovationen des Elektrizitätswerks der Stadt Zürich (ewz) und andere Anbieter seit geraumer Zeit in der Lage - auch ohne Zugang zu einer eigenen, für die Solarstromproduktion geeigneten Gebäudehülle - Solarstrom aus neuen Produktionsanlagen zu beziehen. Die Möglichkeiten gehen von Stromprodukten mit einem Anteil von Solarstrom (ewz.ökopower) oder 100% Solarstrom (ewz.solartop) bis zu Investitionen in neue grosse PV-Anlagen auf Dächern in der Stadt Zürich (ewz.solarzüri). Bei all diesen Produkten fallen hingegen systembedingt Netznutzungsgebühren und Abgaben an, womit diese Produkte i.d.R. teurer sind als der Netzbezug.

Alle diese Massnahmen führen dazu, dass vermehrt aus neuen PV-Anlagen Strom produziert wird. Dieser Strom kann für verschiedene Einsatzzwecke verwendet werden:

- für Wärmepumpen, die fossile Heizungen ersetzen oder Neubauten beheizen
- für Elektrofahrzeuge, die fossile Autos ersetzen
- für den Umbau der Stromversorgung, d.h. die Ablösung der Kernenergieanlagen (Fokus Schweiz) und von fossilen Stromproduktionsanlage (Fokus Europa)

Damit stellt sich die Frage, bei welchem Einsatzzweck der zusätzlich produzierte Solarstrom im Hinblick auf die nötige Decarbonisierung der Energieversorgung den grössten Zielbeitrag erbringt.

Wie kann der Zielbeitrag von neuem Solarstrom beurteilt werden?

Der Zielbeitrag von neuem Solarstrom zur Decarbonisierung ergibt sich aus der Differenz der CO₂-Emissionen, die bei der Solarstromproduktion entstehen und der vermiedenen CO₂-Emissionen der fossilen Energieversorgungslösung, die durch neuen Solarstrom ersetzt werden. Als Datenbasis für diesen Vergleich wurden Treibhausgasfaktoren von Energie- und Transportsystemen (treeze Ltd, v.2.2+, 2014) verwendet. Diese Daten basieren auf umfassenden Ökobilanzen, d.h. sie berücksichtigen ausser der Betriebsenergie auch die Graue Energie - bspw. für die Bohrung einer Erdsonde bei einer Wärmepumpenlösung oder die Batterie und Infrastruktur bei Elektro-Fahrzeugen und werden im Rahmen der 2000-Watt-Methodik verwendet.

Ergebnisse zum Zielbeitrag von neuem Solarstrom zur Decarbonisierung

Die Ergebnisse zeigen, dass neuer Solarstrom aus einer auf einem Dach installierten PV-Anlage den grössten Zielbeitrag für die Decarbonisierung leisten kann, wenn im Strommarkt dadurch europäische **Kohlekraftwerke** ausser Betrieb genommen werden können. Pro Kilowattstunde Solarstrom resultieren dabei rund 1,2 Kilogramm weniger Treibhausgasäquivalente (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: CO₂-Einsparung beim Einsatz einer zusätzlich produzierten Kilowattstunde für verschiedene Einsatzzwecke

Einsatzzweck	CO₂-Einsparung (kg/kWh Solarstrom)	CO₂-Einsparung (bester Einsatzzweck = 100%)
Ersatz Ölheizung durch Wärmepumpe (Erdsonde)	1.08	89%
Ersatz Gasheizung durch Wärmepumpe (Erdsonde)	0.80	66%
Ersatz europäischer Kohlestrom	1.21	100%
Ersatz fossile durch Elektro-Mobilität	1.06	88%
Verminderung potenzieller GUD-Stromausbau	0.40	33%

Nur rund 10% geringer ist die Wirkung, wenn im Gebäudebereich **bestehende Ölheizungen** durch mit Solarstrom betriebene Erdsonden-Wärmepumpen ausser Betrieb genommen oder wenn dank mit Solarstrom betriebenen **Elektrofahrzeugen** reine Benzin- und Diesel-Personenwagen ersetzt werden. Die Wirkung von Solarstrom beim Einsatz in der Elektromobilität ist allerdings stark davon abhängig, welche Annahmen für die realen Treibstoffverbrauchswerte fossil betriebener Personenwagen verwendet werden. Die Standardwerte in den Ökobilanzierungen sind angesichts der bei Verbrennungsmotoren weiterhin zu erwartenden Effizienzfortschritte relativ hoch. Setzt man die Verbrauchsannahmen etwa 20% tiefer an, dann resultiert ein Wirkungsbeitrag bei der Elektromobilität, der ähnlich hoch wie beim Ersatz von bestehenden **Gasheizungen** durch Erdsonden-Wärmepumpen ist (rund 0,8 kg/kWh Solarstrom). Eine geringfügige Verschlechterung der Treibhausgasbilanz ergibt sich beim Ersatz von **Kernenergieanlagen** durch die Produktion von neuem Solarstrom (rund 0.05 kg/kWh). Dieser Effekt verschwindet, wenn anstelle von Solarstrom neuer Windstrom für die Substitution von Kernenergiestrom eingesetzt werden kann. Ein positiver Zielbeitrag hingegen resultiert, falls beim Ersatz von Kernenergieanlagen durch einen massiven Ausbau von Solarstromanlagen ein allenfalls geplanter Einsatz von **Gas-GUD-Kraftwerken** vermindert werden kann.

Umsetzung der Ergebnisse unter den heutigen Rahmenbedingungen

Eine wichtige Frage ist, ob und wie die dargestellten Ergebnisse unter den heutigen Rahmenbedingungen der Strommärkte tatsächlich ihre Wirkungen entfalten können und welche Akteure gefordert sind.

Wie kann zusätzlicher Solarstrom den klimapolitisch problematischen europäischen **Kohlestrom ersetzen**? Der Energieträger Kohle erlebt derzeit weltweit ein Comeback: Volumemässig der grösste Zubau ist in China – trotz gleichzeitigem massiven PV-Ausbau – zu beobachten. Daher ist China seit 2005 global der grösste CO₂-Emittent. Kohle ist zwar klimaschädlich, aber - weil seine Folgekosten nicht durch CO₂-Abgaben oder ein griffiges Treibhausgas-Handelssystem den Verursachern angelastet, sondern der Allgemeinheit belastet werden - als Rohstoff für die Stromerzeugung billiger als das sauberere Gas oder erneuerbarer Strom. Eine Verdrängung von europäischem Kohlestrom durch einen Ausbau der Solarstromproduktion ist ein schwieriges Unterfangen. So werden Kohlekraftwerke überwiegend für die Produktion von Bandenergie (volle Produktion während z.B. 8000 Jahresstunden) eingesetzt, während die Solarstromproduktion aus meteorologischen Gründen unregelmässig und zu rund 70% im Sommerhalbjahr stattfindet (siehe Abb. 2 und 3). Von den 8760 Stunden eines Jahres steht bei der Solarstromproduktion nur bei höchstens 1700 Jahresstunden mehr als 20% der installierten Leistung zur Verfügung (siehe Abb. 1).

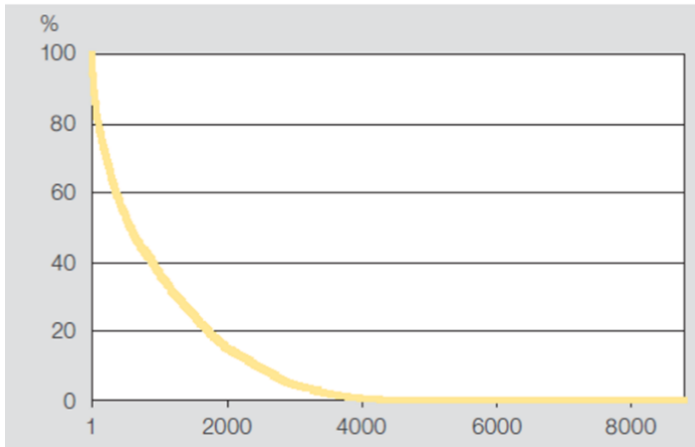


Abb. 1: Dauerlinie der Stromproduktion aus PV-Anlagen. Sie zeigt, während wie vieler Stunden im Jahr eine bestimmte Mindestleistung erreicht wird. (Quelle: Unsere Zukunft ist erneuerbar! ewz-Stromzukunft 2012-2050.)

Unter diesen Voraussetzungen kann die Verdrängung von Kohlestrom selbst durch einen massiven Ausbau der Solarstromproduktion allein nicht gelingen. Dazu braucht es eine griffige europäische CO₂-Abgabe oder ein analoges CO₂-Handelssystem mit ausreichend hohen CO₂-Preisen.

Der **Ersatz von bestehenden Öl- oder Gasheizungen** durch mit Solarstrom betriebenen Wärmepumpen ist vergleichsweise einfacher zu bewerkstelligen. Gefordert sind - wie eingangs dargestellt - HauseigentümerInnen, die Öl- oder Gasheizungen ihrer Liegenschaften durch Wärmepumpen ersetzen und diese mit Solarstrom aus eigenen Produktionsanlagen oder durch vom Stromanbieter gekauften Solarstrom betreiben wollen. Die Herausforderung dabei besteht darin, die saisonal und tageszeitlich stark schwankende Solarstromproduktion (Abb. 2 und 3) und den gebäudebezogenen Strombedarf optimal aufeinander abzustimmen. Diese Abstimmung ist auch aus ökonomischen Gründen zentral, da Rückspeisungen aus PV-Prosumer-Anlagen ins Stromnetz bei den meisten Schweizer Stromversorgern zu Konditionen vergütet werden, die deutlich unter den Gestehungskosten der PV-Anlagen liegen.

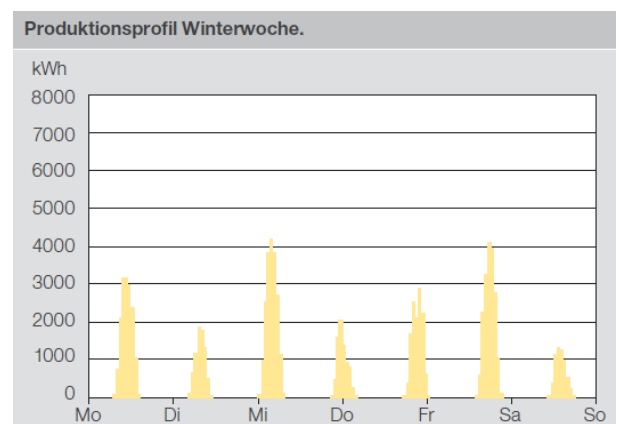
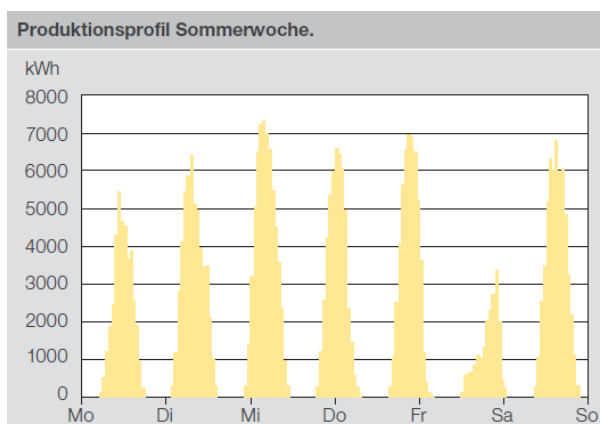


Abb. 2 und 3: Wochenprofil von typischen PV-Anlagen in der Schweiz. Das Tagesmaximum wird in der Regel zur Mittagszeit erreicht. An bewölkten Tagen kann die Produktion jedoch stark einbrechen. Der Vergleich zwischen einer Sommer- und einer Winterwoche zeigt, dass sowohl die maximale Produktion wie auch die Zeitdauer der Produktion im Winter kleiner sind. (Quelle: Unsere Zukunft ist erneuerbar! ewz-Stromzukunft 2012-2050.)

Für eine wärmeseitige Pufferung der Solarstromproduktion bieten sich – neben stationären Batterien, die energetisch aber aufwändig und noch teuer sind – eine sehr gute Wärmedämmung sowie eine etwas grössere Dimensionierung der Wärmepumpe und des Warmwasserspeichers an. Massnahmen zur zeitlichen Verschiebung der Stromnachfrage finden sich im Bereich der sich dynamisch entwickelnden Regelungs- und Steuerungstechnik (Smart-Metering). Damit kann sichergestellt werden, dass ein möglichst grosser Anteil der PV-Produktion für die Deckung des gebäudeeigenen Wärme- und Strombedarfs genutzt werden kann. Auch die Anwendung von Fassaden-PV kann zu einer besseren Anpassung der jahreszeitlichen PV-Produktion an die Stromnachfrage führen. Die Wirkung von PV-Fassadenanlagen kann am Beispiel des Plus-Energiegebäudes Alleestrasse 44 in Romanshorn illustriert werden (Abb. 4).

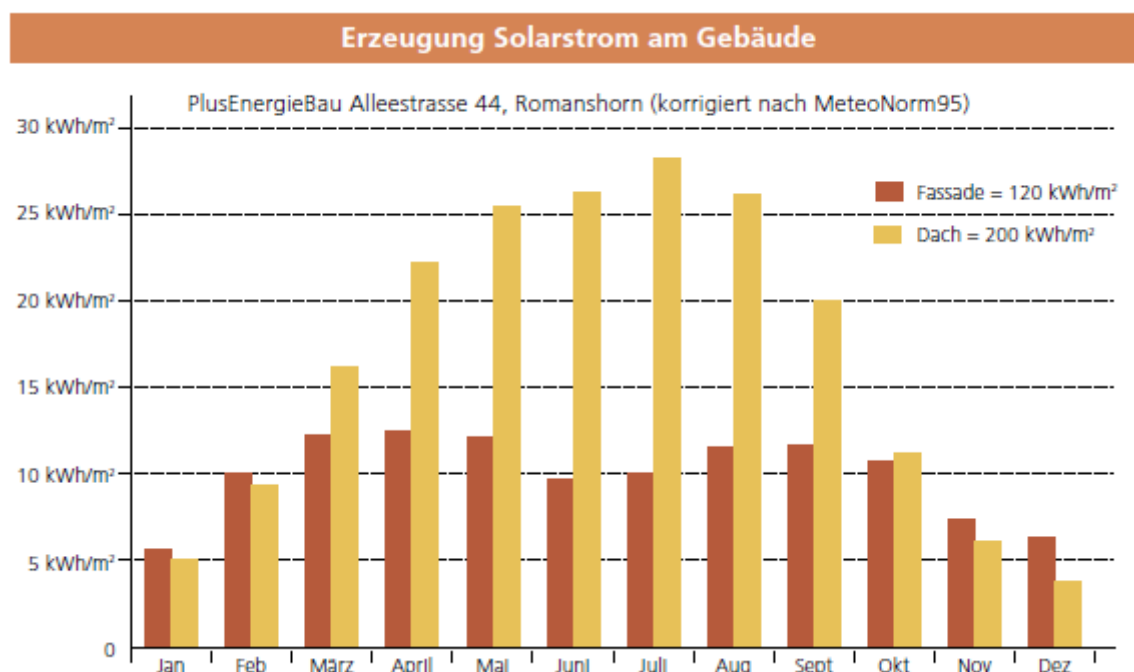


Abb. 4: Die Auswertung der PV-Anlagen des Plusenergiehauses in Romanshorn zeigt, dass die Fassade über das Jahr hinweg gesehen einen regelmässigen Beitrag zum Gesamtertrag liefert und in den kalten Monaten von November bis Februar denjenigen der Dachanlagen übersteigt (Quelle: Minergie/BFE – Integrale Solararchitektur, Artikelnummer 805.526.D)

Der **Ersatz von bestehenden fossil betriebenen Fahrzeugen** durch Elektro-Mobilität setzt neben dem Besitz eines Elektrofahrzeugs und einer gebäudebezogenen Lademöglichkeit auch ein geeignetes Nutzungsverhalten des Fahrzeugs voraus. Eine Nutzung des gebäudeeigenen PV-Stroms im Elektrofahrzeug ist vor allem dann möglich, wenn das Fahrzeug während der üblichen PV-Produktionsstunden nur teilweise benutzt und daher längere Zeit am Wohnort für den Ladevorgang zur Verfügung steht. Unter diesen Voraussetzungen ist dies energetisch eine sehr sinnvolle Lösung, weil die energetisch aufwändige Elektroauto-Batterie neben ihrer primären Funktion als „Treibstoffvorrat“ für das Fahrzeug gleichzeitig als Solarstromspeicher eine zweite Funktion ausüben kann.

HauseigentümerInnen mit einer eigenen PV-Anlage haben einerseits die beschriebene Herausforderung, die Gleichzeitigkeit von Produktion und Verbrauch des selber produzierten Solarstroms zu meistern, andererseits die Möglichkeit, ihren MieterInnen wettbewerbsfähigen und kostendeckenden Solarstrom anzubieten. MieterInnen von Liegenschaften, die keine PV-Anlagen besitzen, können ebenfalls mit ihrer Stromproduktewahl zum Ausbau der Solarstromproduktion und damit zur Decarbonisierung der Energieversorgung beitragen. Viele Stromversorgungsunternehmen stellen Stromprodukte zur Verfügung, die ausschliesslich oder teilweise Solarstrom enthalten. Zudem gibt es mancherorts, wie beispielsweise in der Stadt Zürich, die Möglichkeit, dass sich MieterInnen mit einem Investitionsbeitrag direkt an einer grossen PV-Anlage beteiligen können und eine entsprechende Solarstrommenge gutgeschrieben erhalten.

Stadt Zürich
Energiebeauftragter
energiebeauftragter@zuerich.ch
stadt-zuerich.ch/energiebeauftragter