

# DAS VEHICLE-GRID KOMMT IM TARNKOSTÜM

ODER: WIEVIEL PV-EIGENSTROM PASST EIGENTLICH INS ELEKTROAUTO?



Bild 1: Eigenheim, Solarkraftwerk am Vehicle-Grid oder beides? Tesla setzt gezielt auf die Ästhetik bürgerlicher Wohnräume und unterläuft so Vorbehalte gegen neue Technik.

Auf dem Umweg über die Elektromobilität bekommt die gebäudeintegrierte Photovoltaik neuen Schwung. Elektroauto-Pionier Tesla hat für 2,6 Milliarden Dollar den Photovoltaik-Produzenten Solar City übernommen und bringt ab 2017 Solardächer zum Laden von Elektroautos auf den Markt. Bei der Präsentation fiel vor allem eines auf: Sie sehen allesamt wie Ziegeldächer aus und geben sich optisch nicht als PV-Anlagen zu erkennen. Hat diese Camouflage-Technik das Zeug auch bei uns wieder frischen Wind in die gebäudeintegrierte Photovoltaik zu bringen um den Treibstoff für die Elektroautos zu liefern?

Die Bundesregierung hat gerade ein 1,2 Mrd. €-Programm für die Elektromobilität aufgelegt. Kernpunkt dabei ist die Förderung für den Einbau von 15.000 Ladestationen und Wallboxen. Noch konkreter wird es bei der EU-Kommission. Sie will nicht nur fördern sondern fordern. Ab 2023 soll bei Neubauten und Sanierungen der Einbau einer Ladestation für Elektroautos obligatorisch sein. Jedes Haus soll dann mindestens eine Lademöglichkeit besitzen und in großen Gebäuden, Parkhäusern und Tiefgaragen mindestens jeder zehnte Stellplatz. Das soll die leidige und oft sogar zeitkritische Suche nach einem Stromanschluss ent-

schärfen und das Elektroauto attraktiver machen.

## Die PV-Anlage macht vollständig CO<sub>2</sub>-freies Fahren möglich

Aber steht ein Elektroauto, betankt mit normalem Netzstrom, in seiner Klimabilanz wirklich so viel besser da als ein Verbrenner? Leider nein, denn trotz mittlerweile 30% Anteil von Strom aus erneuerbaren Energieträgern sorgen die vielen Kohlekraftwerke in Deutschland dafür, dass bei der Erzeugung einer Kilowattstunde immer noch 535 g CO<sub>2</sub>-Emissionen entstehen. Auf 100 Kilometer sind das bei einem Elektroauto mit einem Verbrauch von 17 kWh Netzstrom immer noch 9,1 kg CO<sub>2</sub>. Das schafft aber auch schon ein sparsamer Benziner mit 3,9 l oder auch ein Dieselfahrzeug mit 3,5 Liter Verbrauch. Fazit: Nur mit Strommix betankt ist die Elektromobilität zurzeit kein Gewinn fürs Klima.

Es besteht natürlich die Möglichkeit den Autoakku mit Ökostrom zu füllen. Doch der Goldstandard ist ganz klar das Auftanken direkt an der Photovoltaikanlage. Eine PV-Anlage auf dem eigenen Dach oder auf dem der Firma ermöglicht unter Alltagsbedingungen heute schon fast vollständig CO<sub>2</sub>-freies Fahren. In Kombination mit einem Solarstromspeicher im Gebäude ist sogar die vollständige

Versorgung mit Fahrstrom von der Photovoltaikanlage möglich. Erst das Aufladen an der PV-Anlage löst so das Versprechen vom sauberen und klimafreundlichen elektrischen Fahren ein - und dann macht Elektromobilität wirklich Sinn.

Auch der Preisunterschied beim solaren Tanken ist nicht zu verachten. Denn ein durchschnittlicher Benziner mit einem Verbrauch von 5,9 l pro 100 km kostet bei 1,30 €/Liter 7,67 € pro 100 km. Ein Elektroauto mit einem Verbrauch von 17 kWh pro 100 Kilometern kostet dagegen, angetrieben mit Netzstrom zu 26 ct/kWh, nur 4,42 €. Mit Strom von der eigenen Photovoltaikanlage sind es sogar nur rund 1,70 €. Laut Kraftfahrtbundesamt beträgt die durchschnittliche jährliche Fahrleistung in Deutschland 14.259 km. Hochgerechnet ergibt sich damit pro Jahr ein Preisvorteil von rund 463 bzw. 581 €. Diese Kostenersparnis beim Treibstoff können sich Elektroautofahrer mit eigener Photovoltaikanlage gutschreiben. Gleichzeitig wird so der Eigenverbrauch an selbst erzeugtem Solarstrom wesentlich erhöht. Zumutungen wie der 70%-Abregelung und der niedrigen Einspeisevergütung lässt sich so ein Schnippchen schlagen.

## Hightech im Tarnkostüm

Für das Tanken mit Solarstrom direkt vom Dach rührt auch der Chef von Tesla, Elon Musk, mächtig die Werbetrommel. Der Elektro-Auto-Pionier Tesla hat gerade den Solar-Produzenten SolarCity übernommen und propagiert den Dreiklang von gebäudeintegrierter Photovoltaik mit Solarspeicher und dem Elektroauto. Bei seiner letzten Präsentation gab er sich betont bodenständig. Denn es ging diesmal nicht um neue Pläne zur Marsbesiedlung oder das Reisen in der Hyperloop sondern um - Dachziegel! Oder besser gesagt um dachintegrierte PV-Module, die alles daran setzen, so auszusehen wie ganz normale Dachziegel auf einem ganz normalen Eigenheim und damit den bürgerlichen Durchschnittsgeschmack treffen sollen. Das Haus sieht dann weiter wie das Ideal vom trauten Eigenheim aus, ist aber eben auch ein

Solkraftwerk mit maximiertem Eigenverbrauch und Elektroauto am Vehicle-Grid – eine neue Normalität eben. Das ist Hightech im Tarnkostüm, um die Akzeptanz im Alltag ganz selbstverständlich zu machen und Vorurteile gegen die neue Technik zu unterlaufen.

Auch bei uns nahm die gebäudeintegrierte Photovoltaik ja schon einmal Anlauf. Wer erinnert sich noch an den 5% Bonus des EEG für gebäudeintegrierte PV-Module? Er wurde 2009 wieder abgesetzt, seine Wirkung war zu gering und in den Nuller Jahren lag der Fokus der Anlagenbauer noch eindeutig auf einem möglichst hohen Ertrag und vollständiger Netzeinspeisung. Dazu kamen ästhetische Vorbehalte, denn Fassaden und Dächer aus Glasmodulen erfordern eben auch ein Umgewöhnen und Umdenken in der Wahrnehmung von Gebäuden. Genau hier setzt Musk an, indem er PV-Kunden keine neue Ästhetik verordnet. Er lässt Hightech in einem regelrecht biederem Tarnkostüm daher kommen, als herkömmliche Dachsteine, die das Haus als Ganzes dennoch in ein Solarkraftwerk mit maximalem Eigenverbrauch verwandeln. Auch bei uns setzen Hersteller wie Braas deshalb auf Solarziegel, die sich in die Dachhaut integrierten.

### Auf das Nutzerprofil kommt es an

Wie viel Strom kann denn die Photovoltaikanlage auf dem Dach zum elektrischen Fahren beitragen? Eine Photovoltaikanlage erzeugt ja im Tagesverlauf je nach Ausrichtung und Tageszeit unterschiedlich viel Solarstrom, es macht also einen Unterschied, wann ein Elektroauto geladen und wann es gefahren wird. Das Nutzerverhalten hat direkten Einfluss auf den Anteil, den der Solarstrom zum elektrischen Fahren liefert.

Auch die Nutzergruppen von Elektroautos unterscheiden sich, rund 40% der Fahrzeuge sind auf private Halter zugelassen, die übrigen 60% werden in gewerblichen Fuhrparks genutzt. Um einen genaueren Blick auf diese unterschiedlichen Nutzergruppen zu werfen und um zu ermitteln, wie groß der Anteil an selbsterzeugtem CO<sub>2</sub>-freiem Solarstrom jeweils sein kann, wurden mit der Simulationssoftware PVSOL drei typische Elektroauto-Nutzerprofile berechnet. Die Datenbank von PVSOL enthält die technischen Daten der am Markt erhältlichen Elektroautomodelle. Sie können zusammen mit der PV-Anlage simuliert werden, um herauszufinden, wie hoch der solare Anteil an den gefahrenen Kilometern ist. So lässt sich bei der Anlagenplanung ermitteln, welches Elektroautomodell am besten zur PV-Anlage und dem persönlichen Profil der Fahrzeugnutzung passt.

Am Beispiel einer 6 kWp PV-Anlage in Nürnberg wird anschaulich, wie unterschiedlich das Ergebnis bei den am Markt erhältlichen Elektroautos ausfällt. Die 6 kWp PV-Anlage auf dem Dach produziert im Jahr 5.912 kWh. Es wurden die solaren Anteile an den gefahrenen Kilometern für drei verschiedene Nutzerszenarien untersucht. Als jährliche Fahrleistung wurden 10.000 km angesetzt, aufgeladen wird an der heimischen PV-Anlage, bzw. der auf dem Dach der Firmenniederlassung.

Nutzerprofil 1: Ganztätig berufstätig, der Nutzer verlässt morgens um 9 Uhr das Haus und kehrt um 18 Uhr mit dem Elektroauto zurück. Nutzerprofil 2: Halbtags berufstätig plus Besorgungen, der Nutzer verlässt morgens um 7 Uhr das Haus, kehrt um 12 Uhr zurück und verlässt das Haus nochmal für zwei Stunden am Nachmittag von 16 bis 17 Uhr. Nutzerprofil 3: Dienstliches Fahrzeug z.B.

eines Handwerkers, der Nutzer verlässt 6-mal am Tag für eine Stunde die Firma.

Das Ergebnis der Simulationen: Im Alltag liegt der solare Anteil am Fahrstrom – jeweils ohne Zwischenschaltung eines Solarspeichers – zwischen 30 und fast 90%. Zur Vollversorgung vom eigenen Dach wäre dann jeweils noch ein Solarstromspeicher notwendig um auch nachts zu laden.

### Nur noch ein Schritt zum Vehicle-Grid

Mit der Erweiterung der Photovoltaik-Anlage um das Elektroauto ist es nur noch ein Schritt zum dezentralen Spitzenstromspeicher, um das schwankende regenerative Stromangebot über Speicher auf Verbraucherseite auszugleichen. Beim „Vehicle to Grid“ Konzept, zu Deutsch etwa „Fahrzeug ans Netz“, laden Elektroautos nicht nur ihren Fahrstrom, sondern stellen den gerade ungenutzten Speicher gegen Bezahlung zur Verfügung. In Zeiten großer Netzlast oder Nachfrage wird dann regenerativ erzeugter Strom gepuffert und bei Bedarf wieder eingespeist. Damit werden Regelkraftwerke für den teuren Spitzenlaststrom entbehrlich oder zumindest in geringerem Umfang notwendig.

Angenommen, jeder zehnte PKW ist ein Elektroauto und jedes dieser Fahrzeuge bietet im Mittel zehn Kilowatt Pufferleistung, so ergibt sich eine Speicherkapazität die deutlich über den zu erwartenden Lastspitzen des Versorgungssystems liegt. Zum Laden an der Hauszentrale kann der Fahrer dem Stromnetz mitteilen: „Von Mitternacht bis sechs Uhr brauche ich das Auto nicht, aber morgens muss der Akku geladen sein.“ In der Zwischenzeit steht der Fahrzeugakku zur Verfügung um Stromschwankungen auszugleichen. Solch eine Akkulösung ist flexibel, sie muss nicht sofort laden, sondern kann auf günstigen Strom warten und zwischendurch auch wieder Strom an das Netz abgeben. Diese portionsweise Be- und Entladung kommt ganz nebenbei auch der Lebensdauer moderner Lithium-Ionen-Fahrzeugakkus zugute. Ganz neue Finanzierungsmodelle sind so möglich. Etwa, dass das Auto tagsüber auf dem Firmenparkplatz steht, günstigen Windstrom tankt und teuren Spitzenstrom verkauft. Autofahrer und perspektivisch auch Besitzer von stationären Solarstromspeichern wandeln sich so vom reinen Energieverbraucher zum Energiedienstleister.

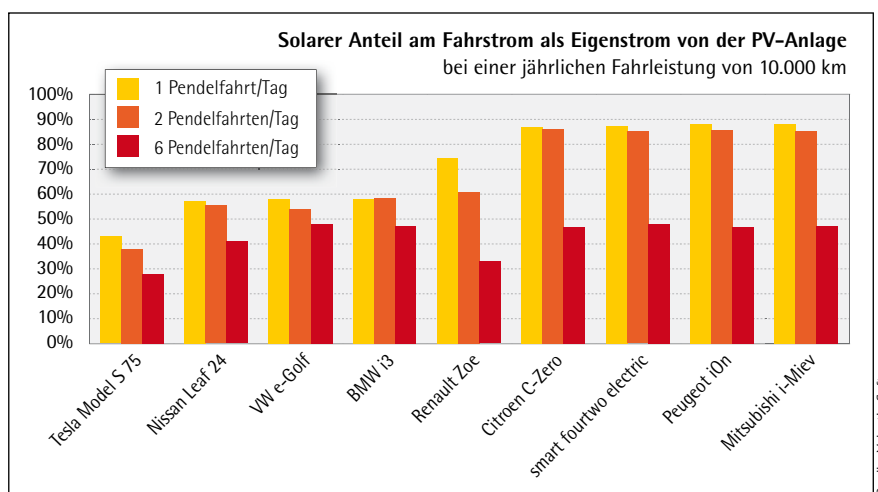


Bild 2: Die Berechnung der drei Elektroauto-Nutzerprofile mit der Planungssoftware PVSOL zeigt, wie unterschiedlich der mögliche Anteil an CO<sub>2</sub>-freiem Solarstrom, je nach Nutzerverhalten, ist. Fahrzeuge, die im Laufe des Tages nachladen können, fahren mit dem größten Anteil an Solarstrom.

### ZUM AUTOR:

► Matthias Brake  
Architekt

mbrake@web.de