



Quelle: Tesvolt

Eigenverbrauch steigern und Lastspitzen kappen

Auslegung von Solarstromspeichern im Gewerbe

Photovoltaik und Stromspeicher im Gewerbe: So unterschiedlich Gewerbebetriebe sind, so unterschiedlich sind auch deren elektrische Lastprofile. Die Forschungsgruppe Solarspeichersysteme der HTW Berlin hat Lastprofile von Gewerbebetrieben analysiert, um daraus Empfehlungen zur Speicherauslegung abzuleiten.

J e nach Gewerbebetrieb unterscheidet sich der zeitliche Verlauf des Stromverbrauchsprofils im Tages-, Wochen- und Monatsverlauf. Sind Zähler zur registrierenden Leistungsmessung (RLM-Zähler) vorhanden, können 15-minütlich aufgelöste Messdaten des Stromverbrauchs zur simulationsbasierten Analyse des solaren Eigenverbrauchs verwendet werden. Auf Basis von 150 elektrischen Lastprofilen wurden für sechs Branchen typische Lastprofile identifiziert, die für weitergehende Simulationsanalysen verwendet wurden [1]. Zu den näher betrachteten Wirtschaftszweigen gehören Hotels, Bäckereien, Speditionen, Produktions- und Milchviehbetriebe sowie Lebensmittelmärkte.

Die sechs Lastprofile wurden in den Jahren 2017 oder 2019 erfasst und der jährliche Stromverbrauch der betrachteten Objekte lag zwischen 38 MWh und 317 MWh. Bild 1 stellt den mittleren Tagesverlauf der einzelnen Gewerbelastprofile dar. Für jede Viertelstunde wurde hierzu der Anteil am jährlichen Stromverbrauch ermittelt. Die resultierenden mittleren Tageslastgänge machen die Unterschiede zwischen den verschiedenen Gewerbetypen deutlich sichtbar. Lebensmittelmärkte und Produktionsbetriebe haben tagsüber einen höheren Strombedarf als in den Nachtstunden. In dem betrachteten Hotel ist die Stromnachfrage in den späten Abendstunden am höchsten. Bedingt durch

die Melkzeiten am Vormittag und Abend unterscheidet sich das Stromverbrauchsprofil von Milchviehbetrieben deutlich von den anderen Gewerbebetrieben. Bäckereien haben produktionsbedingt in den Nachtstunden den größten Strombedarf.

Deutliche Unterschiede zwischen den Lastprofilen werden auch bei der Analyse der Lastgänge im wöchentlichen Verlauf sichtbar. Bei Hotel- und Milchviehbetrieben sind häufig nur geringe Unterschiede zwischen den einzelnen Wochentagen zu erkennen. Der Strombedarf von Speditionen und produzierenden Gewerbebetrieben fällt in der Regel an den Wochenenden im Vergleich zu den Werktagen geringer aus. Bei Lebensmittelmärkten ist zudem

die geringe Stromnachfrage an Sonn- und Feiertagen deutlich erkennbar.

Große saisonale Schwankungen im Stromverbrauch konnten für die sechs Lastprofile nicht identifiziert werden. Aufgrund des höheren Kühlbedarfs in den Sommermonaten steigt auch der Stromverbrauch der Lebensmittelmärkte in dieser Jahreszeit an [2]. In den Lastgängen von Produktionsbetrieben treten Abweichungen häufig während der Betriebsferien im Sommer sowie zum Jahreswechsel auf.

Eigenversorgungsunterschiede innerhalb eines Gewerbetyps

Die Unterschiede in der solaren Eigenversorgung innerhalb eines Gewerbetyps wurden durch Simulationsanalysen für 35 Lebensmittelmärkte näher analysiert. Der jährliche Stromverbrauch der Lebensmittelmärkte variiert zwischen 169 MWh und 519 MWh. Unter Berücksichtigung der individuellen Lastprofile wurden die Energieflüsse in den Lebensmittelmärkten bei Einsatz einer PV-Anlage mit einer Nennleistung von 100 kWp und 200 kWp simuliert. Bild 2 stellt den Anteil des jährlichen Strombedarfs dar, der zeitgleich durch die PV-Anlage gedeckt wird. Ist auf den Märkten eine 100-kWp-PV-Anlage installiert, können 18 % bis 34 % des Stromverbrauchs vor Ort zeitgleich erzeugt werden. Dabei wird eine ausgeprägte Abhängigkeit des resultierenden Autarkiegrads von der Höhe des Stromverbrauchs ersichtlich.

Bei nahezu identischem Stromverbrauch weichen die Autarkiegrade um maximal 2,5 Prozentpunkte voneinander ab. Ist die PV-Anlage doppelt so groß, steigt die solare Eigenversorgung je nach Stromverbrauch auf 27 % bis 43 %. Zudem fällt bei der PV-Leistung von 200 kWp auf, dass die Unterschiede zwischen den Lastprofilen größer werden. Allerdings unterscheiden sich die Autarkiegrade bei gleichem Stromverbrauch um weniger als vier Prozentpunkte.

Im Gegensatz zu Lebensmittelmärkten, Hotel- und Milchviehbetrieben gibt es aber auch Branchen, innerhalb derer die Unterschiede in der Höhe der solaren Eigenversorgung größer ausfallen. Hierzu zählen u. a. Betriebe der Metall- und Holzverarbeitung sowie der Abfallentsorgung.

Solare Eigenversorgung ohne Stromspeicher

Wie in Bild 2 bereits aufgezeigt, beeinflusst die Höhe des Stromverbrauchs den resultierenden Autarkiegrad. Um die Berech-

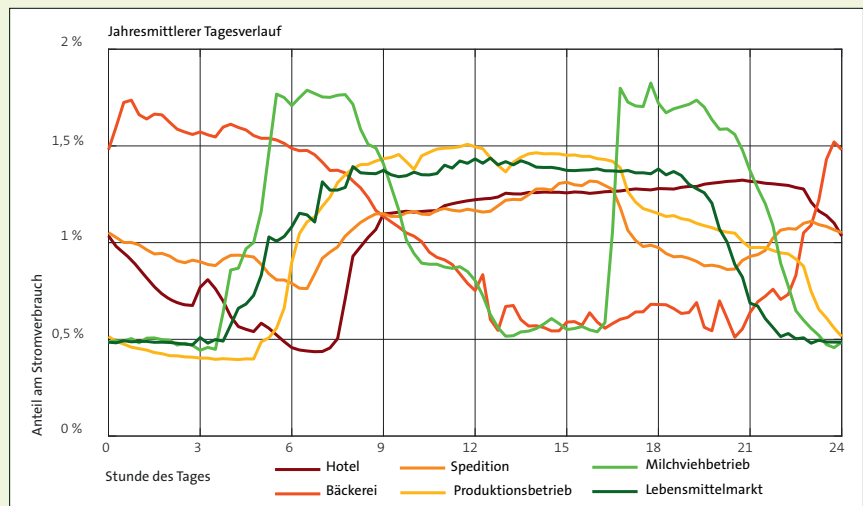


Bild 1: Jahresmittlerer Tagesverlauf von verschiedenen Gewerbelastprofilen

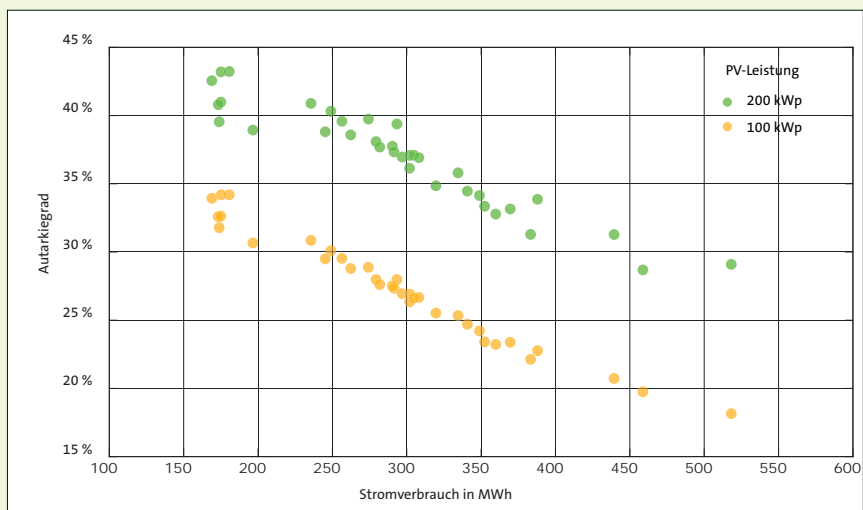


Bild 2: Berechnete Eigenversorgung von 35 unterschiedlichen Lebensmittelmärkten je nach PV-Anlagengröße

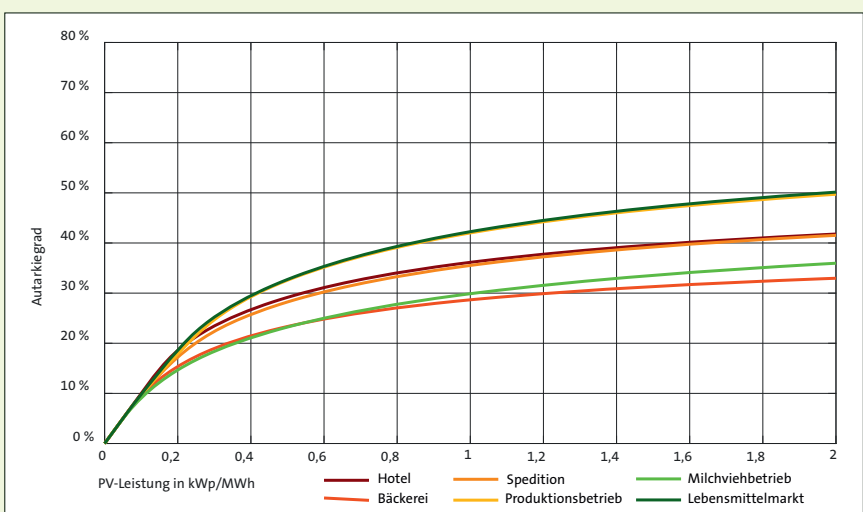


Bild 3: Einfluss der Größe des PV-Systems auf die zeitgleiche Deckung des Stromverbrauchs für unterschiedliche Gewerbetypen (Normierung der PV-Leistung auf den jährlichen Stromverbrauch in MWh)

Quelle: HTW Berlin (alle Bilder)

nungsergebnisse für Betriebe mit unterschiedlich hohem Stromverbrauch vergleichbar zu machen, wird die Größe der PV-Anlage im Folgenden als Verhältnis der PV-Leistung zum Stromverbrauch in der Einheit kWp/MWh angegeben. Wird die betrachtete Bäckerei mit einem Stromverbrauch von 202 MWh durch eine 200-kWp-PV-Anlage versorgt, beträgt die spezifische PV-Leistung folglich rund 1 kWp/MWh. Bei diesem Verhältnis von PV-Leistung zu Stromverbrauch wird in der Jahresbilanz genauso viel Strom von der PV-Anlage erzeugt wie Strom benötigt wird, da der AC-Jahresertrag der PV-Anlage 1000 kWh/kWp beträgt. In diesem Fall werden 29 %

des Stromverbrauchs zeitgleich durch die PV-Anlage gedeckt. Dagegen können der Produktionsbetrieb und der Lebensmittelmarkt bei einer PV-Leistung von 1 kWp/MWh einen Autarkiegrad von 42 % vorweisen. **Bild 3** veranschaulicht für die sechs unterschiedlichen Gewerbetypen die Abhängigkeit der solaren Eigenversorgung von der auf den Stromverbrauch normierten PV-Anlagengröße.

Die resultierenden Unterschiede im erreichbaren Autarkiegrad können mit der unterschiedlichen Charakteristik der Lastprofile begründet werden. Die Ergebnisse der Bäckerei und des Lebensmittelmarkts markieren nahezu über den gesamten Leistungs-

bereich bis 2 kWp/MWh die Bandbreite der erreichbaren Autarkiegrade.

Steigerung der Eigenversorgung durch Stromspeicher

Nachfolgend wird aufgezeigt, wie sich der Autarkiegrad durch Speicherung der Solarstromüberschüsse in einem Batteriespeicher steigern lässt. Analog zur PV-Leistung wird die nutzbare Speicherkapazität des Batteriespeichers normiert auf den Stromverbrauch angegeben. Der Einfluss der Speicherkapazität auf die Solarstromversorgung der unterschiedlichen Gewerbebetriebe ist in **Bild 4** bei einer PV-Leistung von 1 kWp/MWh dargestellt. Ab einer Speicherkapazität von 0,5 kWh/MWh lassen sich Unterschiede in der Steigerung der Eigenversorgung zwischen den Betrieben beobachten.

Auffällig ist hierbei, dass der Sättigungseffekt bei weiterer Vergrößerung des Batteriespeichers zuerst bei den Betrieben auftritt, die sowohl samstags als auch sonntags einen deutlich geringeren Verbrauch als an Werktagen haben. Bei Milchviehbetrieben und Lebensmittelmärkten tritt die Sättigung erst bei Speicherkapazitäten oberhalb von 1,5 kWh/MWh auf. Dies trifft auch auf Bäckereien zu, die die größte Steigerung der Eigenversorgung durch einen Batteriespeicher aufgrund des hohen nächtlichen Stromverbrauchs erreichen.

Wahl der Speicherleistung

Neben der Speicherkapazität beeinflusst auch die Nennleistung des Batteriewechselrichters das Betriebsverhalten des Batteriesystems. Die in **Bild 4** dargestellten Berechnungsergebnisse wurden bei einem Verhältnis von Speicherleistung zu Speicherkapazität von 0,5 kW/kWh ermittelt.

Bild 5 veranschaulicht für den betrachteten Lebensmittelmarkt den Einfluss der Speicherleistung auf den Autarkiegrad. Ist die Lade- und Entladeleistung des Batteriesystems auf 0,3 kW/kWh beschränkt, wird der Energiedurchsatz durch das Batteriesystem nur wenig beeinträchtigt. Erst ab einer Speicherleistung unterhalb von 0,2 kW/kWh fällt der Autarkiegrad und damit der Nutzen des Batteriespeichers deutlich ab. Dieser Zusammenhang konnte auch für die anderen Gewerbetypen nachgewiesen werden. Daher ist ein Verhältnis von Speicherleistung zu Speicherkapazität von 0,3 kW/kWh zur Steigerung der Solarstromversorgung von Gewerbebetrieben in der Regel ausreichend.

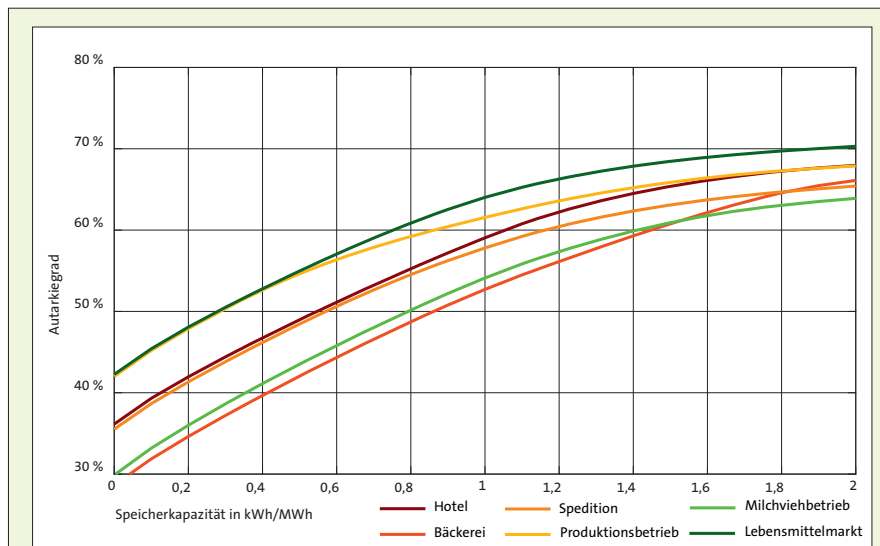


Bild 4: Steigerung der solaren Eigenversorgung von unterschiedlichen Gewerbetypen durch den Einsatz von Batteriesystemen bei einer PV-Leistung von 1 kWp/MWh und einer Speicherleistung von 0,5 kW/kWh (Normierung der der Speicherkapazität auf den Jahresstromverbrauch in MWh)

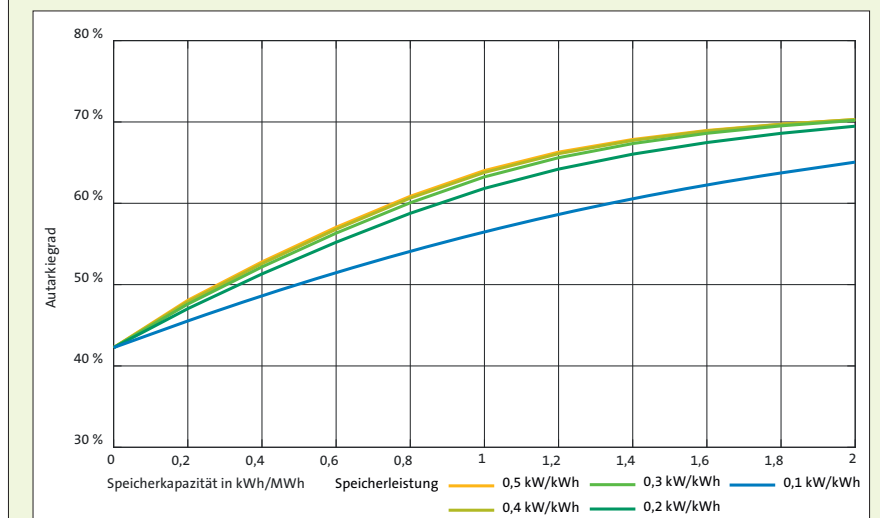


Bild 5: Einfluss der Nennleistung und Speicherkapazität der Batteriesysteme auf die solare Eigenversorgung eines Lebensmittelmarkts bei einer PV-Leistung von 1 kWp/MWh (Normierung der Speicherkapazität auf den Jahresstromverbrauch in MWh, Normierung der Speicherleistung auf die Speicherkapazität in kWh)

Empfehlungen zur Speicherauslegung

Im Gegensatz zu privaten Eigenheimen können Gewerbebetriebe tagsüber häufig deutlich mehr Solarstrom vor Ort verbrauchen. Produktionsbetriebe und Lebensmittelmärkte können mehr als 40 % ihres Stromverbrauchs durch eine PV-Anlage decken, wenn die installierte PV-Leistung den Wert von 0,8 kWp pro MWh Jahresstromverbrauch übersteigt (Bild 3).

In Bäckereien und Milchviehbetrieben kann durch die Speicherung des Solarstroms mit Batteriesystemen die größte Steigerung der solaren Eigenversorgung erreicht werden (Bild 4). In Gewerbebetrieben steigt der erzielbare Autarkiegrad nur noch wenig, sobald die Speicherleistung den Wert von 0,3 kW/kWh überschreitet. Entgegen der weitverbreiteten Aussage besteht daher bei Gewerbespeichersystemen zur Eigenversorgungsoptimierung kein erhöhter Leistungsbedarf.

Auf Basis der Analysen lassen sich folgende Empfehlungen ableiten:

- Der Batteriespeicher sollte nur installiert werden, wenn ausreichend Solarstromüberschüsse anfallen. Je nach Gewerbetyp ist hierzu eine PV-Leistung von 0,4 kWp bis 0,6 kWp je 1 MWh Stromverbrauch pro Jahr erforderlich.
- Der Batteriespeicher sollte im Verhältnis zur PV-Anlage nicht zu groß sein. Die nutzbare Speicherkapazität sollte in den meisten Gewerbebetrieben max. 1 kWh je 1 kWp PV-Leistung betragen.
- Der Batteriespeicher sollte unter Berücksichtigung des individuellen Stromverbrauchs ausgelegt werden. Je nach Gewerbetyp sollte die nutzbare Speicherkapazität 0,75 kWh bis 1,5 kWh je 1 MWh Stromverbrauch pro Jahr nicht überschreiten.

Danksagung

Die präsentierten Ergebnisse sind im Vorhaben »Digitale Werkzeuge für solarstrombasierte Energieversorgungskonzepte (PVplusX)« entstanden. Die Autoren danken der Dobeneck-Technologie-Stiftung für die finanzielle Unterstützung des Projekts.

Literatur

- [1] Weniger, J., Zoll, M., Buhr Sepúlveda, G., Quaschnig, V.: Photovoltaik und Stromspeicher im Gewerbe. In: PV-Symposium 2021., Online (2021)
- [2] Merei, G., Moshövel, J., Magnor, D., Sauer, D.U.: Optimization of self-consumption and techno-economic analysis of PV-battery systems in commercial applications. Applied Energy. 168, 171–178 (2016). <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.01.083>

FÜR SCHNELLESE

Immer mehr Gewerbebetriebe wollen ihre Energiekosten durch PV-Eigenverbrauch sowie die Kappung von Lastspitzen senken

Nach der Analyse von unterschiedlichen gewerblichen Lastprofilen wurden Auslegungshinweise für den Einsatz von Solarstromspeichern entwickelt

Autoren:

Johannes Weniger, Michaela Zoll, Gisella Buhr Sepúlveda und Volker Quaschnig forschen zur simulationsbasierten Bewertung von PV-Anlagen und Batteriesystemen an der Hochschule für Technik und Wirtschaft HTW Berlin



DIE ZUKUNFT STECKT IM SERIELLEN BAUEN!

WINSTA® – OPTIMAL FÜR EINE NACHHALTIGE, RESSOURCENSARENDE GEBÄUDEINSTALLATION

Werthaltiger, umweltverträglicher und langlebiger: Die Bauweise von Gebäuden ändert sich. Mit steckbaren Installationssystemen, wie WINSTA® von WAGO, können Sie Ihre Installation genau planen und im Vorfeld konfektionieren – das spart Zeit und wertvolle Materialien.



www.wago.com/winsta