roteg
Rosenheimer Technologiezentrum Energie & Gebäude

Hochschule Rosenheim
University of Applied Sciences

Analyse der Korrelation der Photovoltaikerzeugung, der stationären Speicherung, des Eigenverbrauchs und der Last eines Elektrofahrzeugs eines energiesparenden Familien-Haushalts

Natalie **Stut** (1)
Mike **Zehner** (1)
Sandra **Krommes** (1)
Fabian **Flade** (2)

Einleitung

Mit Hilfe dezentraler Erzeugungsanlagen, z. B. PV-Anlagen, kann Strom zur Eigennutzung lokal erzeugt und im Haushalt oder für den Betrieb einer Wärmepumpe direkt genutzt werden. Durch zusätzliche Ladung eines Elektrofahrzeugs mit Hilfe des selbst und nachhaltig erzeugten Stroms, kann der CO_2-Ausstoß auch im Bereich der Mobilität weiter gesenkt werden. Um diese Energie allerdings optimal zu Zeiten fehlender solarer Einstrahlung zu nutzen, kann sie in einem stationären Speicher gespeist und später von dort bezogen werden. Inwiefern sich die Größe eines solchen Li-Ionen-Batteriespeichers und die Nennleistung der PV-Anlage auf die Höhe der Autarkie und des Eigenverbrauchs über das Jahr und minütlich auswirkt, wird auf Basis eines energiesparenden (s. Abb. 2) Einfamilien-Haushalts mit einem Elektrofahrzeug, einer PV-Aufdachanlage und einem in Matlab simulierten Batteriespeicher ermittelt (s. Abb. 1).

Einen beispielhaften Verlauf der Leistungsflüsse zeigt Abb. 17.

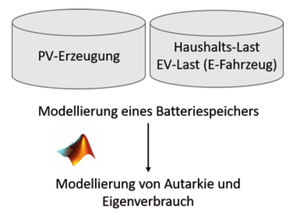


Abb. 1: Aufbau von der Datenbasis bis zum Modell in Matlab

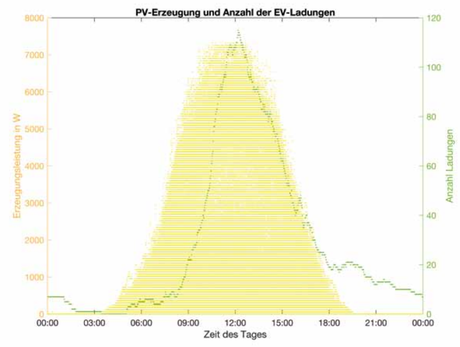
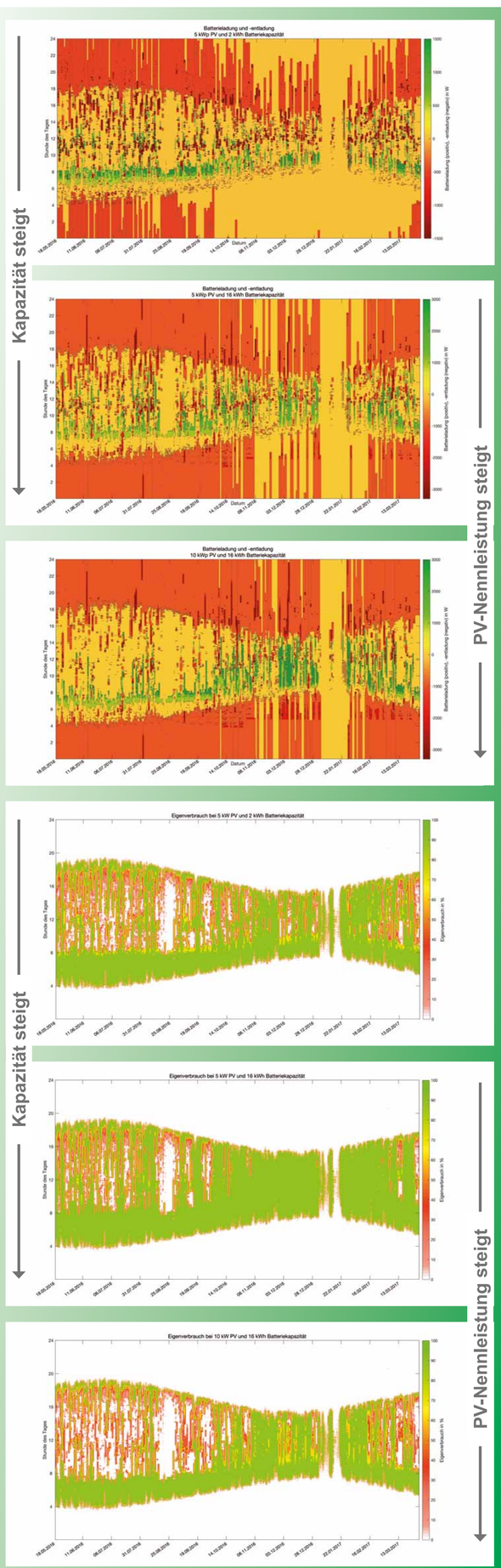


Abb. 2: Gegenüberstellung der minütlichen PV-Erzeugung vom gesamten Zeitraum und der Anzahl der Ladungen des EV komprimiert auf einen Tag



Entwicklung der Batterieladung und -entladung bei Kapazitätserhöhung

Die Ladung des Speichers am Vormittag wird deutlich, die Verschiebung des Sonnenaufgangs im Winter ist erkennbar. Ebenso ist der Sonnenuntergang ersichtlich, da hier die Entladung des Speichers startet. Bei steigender Speicherkapazität wird die Möglichkeit der Entladung bis in die frühen Morgenstunden deutlich. Bei einem kleineren Speicher ist eine Entladung vor Sonnenaufgang nur im Sommer möglich. Da am Tag mehr Energie einzuspeichern ist, kann diese bei einem größeren Speicher auch im Winter noch in den Morgenstunden genutzt werden. Durch eine größere PV-Anlage kann tagsüber auch im Winter deutlich mehr Energie in den Speicher gespeist und die Nacht über genutzt werden. Die Nutzung in den Morgenstunden ist hier nur noch an vereinzelten Tagen nicht möglich.

Entwicklung von Netzeinspeisung und -bezug bei Kapazitätserhöhung

Bei Netzeinspeisung und -bezug ist eine entgegengesetzte Entwicklung zum Batteriespeicher erkennbar. Die Energie, die nicht mehr in den Speicher gespeist werden kann, wird in das Netz gespeist, benötigte Energie, die nicht aus dem Speicher bezogen werden kann, wird durch das Netz gedeckt. Bei kleinerer PV-Anlage und geringer Speicherkapazität wird insbesondere nachts Energie aus dem Netz bezogen, im Sommer mit geringerer, im Winter bei erhöhtem Heizbedarf mit höherer Leistung. Bei größerer Speicherkapazität sinkt entsprechend der verstärkt möglichen Batterieentladung der Netzbezug. Bei größerer PV-Nennleistung steigt insbesondere die Einspeiseleistung in das Netz. Der zeitliche Verlauf von Bezug und Einspeisung ist hingegen relativ unverändert.

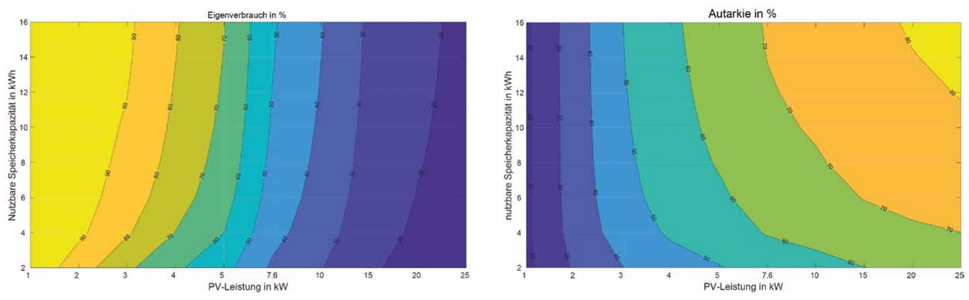
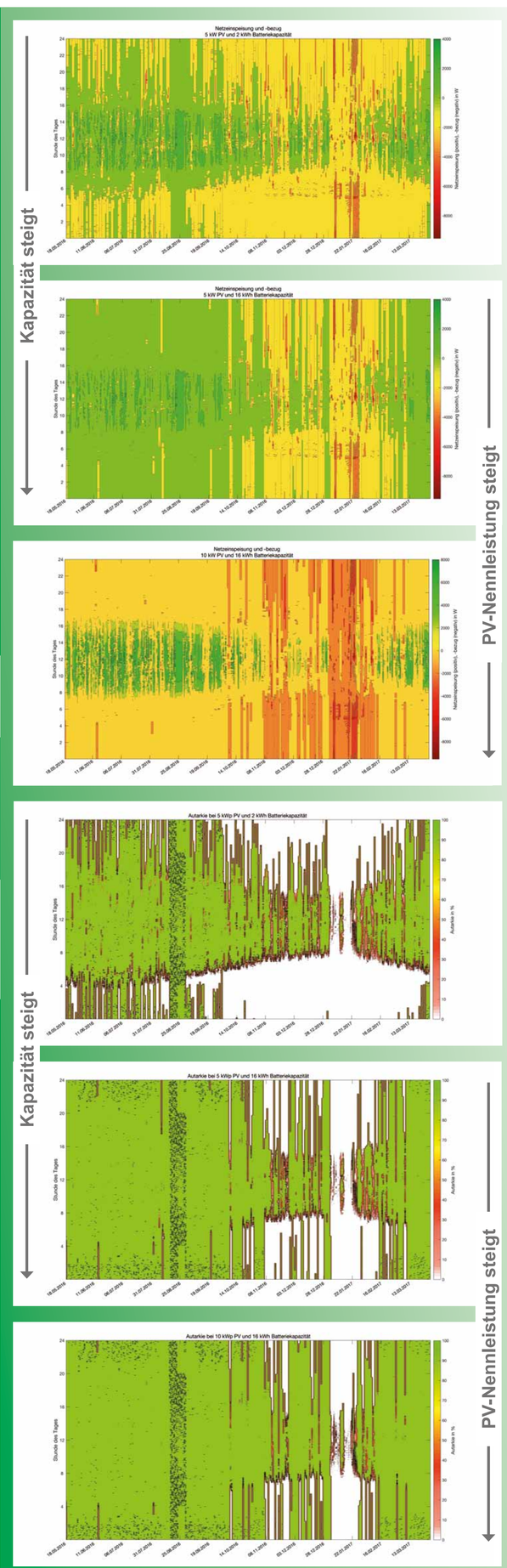


Abb. 9 + 10: Gesamteigenverbrauch und -autarkie in Abhängigkeit unterschiedlicher PV-Anlagengrößen und Batteriespeicherkapazitäten



Eigenverbrauchsänderung bei Kapazitätserhöhung

Entsprechend der Batterieladung ist eine ähnliche Entwicklung bei dem Eigenverbrauch erkennbar. Bei verstärkter Ladung der Batterie ist ein höherer Eigenverbrauch zu verzeichnen. Besonders im Winter ist ein hoher Eigenverbrauch erreichbar. Im Sommer, wenn die Batterie bereits früher voll beladen ist, sinkt der Eigenverbrauch über Mittag. Abends kann die erzeugte Energie nach vorheriger Batterie(teil) entladung durch Einspeisen in die Batterie wieder direkt genutzt werden. Durch Steigerung der Nennleistung der PV-Anlage sinkt der Eigenverbrauch, da die erhöhte Erzeugungsleistung nur noch selten auch tagsüber in die Batterie gespeist werden kann. Diese Entwicklung ist auch im Winter deutlich zu erkennen.

Autarkieänderung bei Kapazitätserhöhung

Eine erhöhte Autarkie ist bei allen Größen dann zu erkennen, wenn der Bedarf durch Entladung der Batterie oder Direktnutztung von Erzeugung gedeckt werden kann und kein Netzbezug stattfindet. Demnach ist die Entwicklung der Autarkie direkt vergleichbar mit den vorherigen Grafiken Mit steigender Nennleistung und Speicherkapazität steigt auch die Autarkie in den Abend- und Morgenstunden signifikant an, im Winter kann diese durch mangelnde Erzeugungsleistung nicht weiter gesteigert werden. Insbesondere bei durchgehend hoher Autarkie sind anhand der Punkte Ungenauigkeiten bei der Datenerfassung identifizierbar. Festzuhalten ist, dass auch an Wintertagen durchgehend eine relativ hohe Autarkie realisierbar ist.

Fazit

Anhand der Auswertung eines bestehenden Systems m. H. eines zusätzlich simulierten Batteriespeichers zeigt sich in der minütlichen Auflösung und in der Gesamtübersicht (s. Abb. 9 + 10) über verschiedene PV-Nennleistungen und Speicherkapazitäten, dass durch unterschiedliche Dimensionierungen des Ertrags und der Speicherung hohe Autarkiegrade erzielt werden können. Dem Gegenüber steht eine Verringerung des Eigenverbrauchs bei größeren PV-Anlagen und Batteriespeichern. Bei der Autarkie stellen besonders die Wintermonate aufgrund der z. T. sehr geringen Erzeugung einen Deckungsengpass dar. Um diesen Engpass regenerativ und dezentral zu überbrücken, könnte die Erweiterung des Horizonts von einem einzigen Haus hin zu einem Zusammenschluss mehrerer Erzeuger, Verbraucher und Speicher Abhilfe schaffen.

(1) **Hochschule Rosenheim**
Arbeitsgruppe PV-Systeme im roteg
Hochschulstr. 1
83024 Rosenheim

(2) **Solarenergieförderverein Bayern e. V.**
Friedrich-List-Str. 88
81377 München

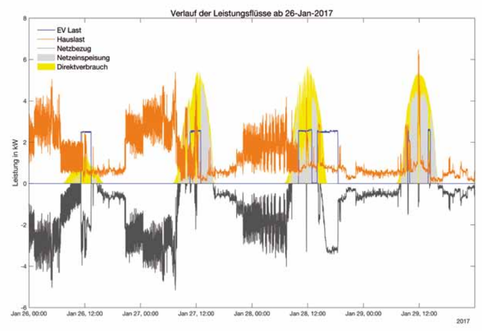


Abb. 17: Beispielhafte Leistungsflüsse des ursprünglichen Systems an einzelnen Tagen im Winter

PV-Symposium 2018, 25. – 27. April 2018, Kloster Banz, Bad Staffelstein