



smartHeat | 01.01.2013 – 31.12.2013

NUTZUNG ÜBERSCHÜSSIGEN STROMS IN WÄRMESPEICHERN



Der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromproduktion in Deutschland ist in den letzten Jahren stark angestiegen [1]. Jedoch ist das deutsche Stromnetz bisher nicht für den Umstieg auf eine erneuerbare Energieversorgung gewachsen. Besonders in Norddeutschland stößt es durch den stark fluktuierenden Windstrom aus Off- und Onshore Windparks an seine Grenzen. Der Netzausbau ist somit ein wichtiger Bestandteil um das Ziel einer regenerativen Stromversorgung in Deutschland zu erreichen. Zur Vermeidung von Netzüberlastung werden aktuell Photovoltaik- und Windkraftanlagen mithilfe von Rundsteuerempfängern stufenweise geregelt oder gar komplett vom Netz genommen.

Hieraus resultieren Stillstandszeiten, in denen erneuerbarer Strom nicht genutzt wird. Eine Möglichkeit den Stromnetzausbau abzufedern ist die Dezentralisierung der Stromversorgung. Das Herunterregeln der Anlagen kann durch den Einsatz effizienter Speichertechnologien minimiert werden. Reversible Speichertechnologien, wie Batterien sind trotz des hohen Wirkungsgrades noch nicht ausgereift, da einerseits deren Zyklenzahl begrenzt ist und andererseits zu hohe Investitionskosten aufweisen. Das Forschungsprojekt „smartHeat“ der Technischen Hochschule Nürnberg beschäftigt sich mit der einer alternativen Möglichkeit das ungenutzte Potenzial durch Wandlung in Wärme thermisch zu nutzen. Im Forschungsprojekt wurde ein Betriebsführungssystem konzipiert, das es dem Netzversorger erlaubt anstatt Windkraftanlagen abzuschalten, elektrische Heizstäbe in Wärmespeichern hinzuschalten. Die so gewandelte Energie unterstützt die Bereitung von Heiz- und Trinkwarmwasser und reduziert somit den Verbrauch fossiler Energiequellen.

Zur Demonstration des Betriebsführungssystems ist an der Fakultät für „Angewandte Mathematik, Physik und Allgemeinwissenschaften“ der TH Nürnberg ein Versuchsstand aufgebaut worden. Dieses ist als Knotenpunkt im Strommanagement eines Haushaltes anzusehen. Es erfasst den Ertrag den eine Photovoltaikanlage oder eine Windkraftanlage liefert und den aktuellen Strombedarf eines Privathaushaltes. Nachdem der Strombedarf des Haushaltes gedeckt ist, berechnet das Programm die zur Verfügung stehende Leistung und schätzt das weitere Leistungsangebot mittels dynamischer Lastkurvensimulation ab. Im Demonstrationsversuch wird die überschüssige Leistung an zwei Heizstäbe ab und erhöht dadurch die Temperatur in einem konventionellen Heißwasser-



Abb.:1 Pyrhanometer mit Solartracker zur Erfassung der Global-, Direkt- und Diffusstrahlung am Forschungs- und Entwicklungszentrum in Neumarkt.

Wärmespeicher. Das System regelt die Leistungsaufnahme der Heizstäbe stufenlos und ermöglicht damit die zur Verfügung stehende Energie optimal zu nutzen. Das Betriebsführungssystem erlaubt außerdem eine externe Regelung der Heizstäbe. Hierdurch wird es dem lokalen Energieversorger ermöglicht elektrischen Leistungsverbrauch zu zuschalten, anstatt Windkraft- und PV-Anlagen abzuschalten. Nachdem der Versuchsstand (siehe Abbildung 2) im Labor und nicht in einem realen Haushalt installiert ist, musste sowohl die zur Verfügung stehende Leistung einer PV-Anlage als auch der elektrische Verbrauch eines Haushaltes simuliert werden. Hierzu ist ein Modell entwickelt worden, das anhand von Echtzeit-Wetterdaten die zur Verfügung stehende Leistung einer PV-Anlage ermittelt. Ein weiteres Modell ermöglicht die Simulation der elektrischen Lastkurve von Privathaushalten mittels Benutzerverhalten und des Gerätemixes. Das System ist darüber hinaus in der Lage den Wärmebedarf und die Notwendigkeit einer Einspeisung in den Wärmespeicher zu erkennen und dementsprechend zu reagieren. Im Falle einer Sättigung der Wärmeversorgung wird die überschüssige Energie in eine optionale Batterie geleitet oder in das Stromnetz gespeist.

Projektleitung

Prof. Dr. rer. nat. Klaus Hofbeck
Fakultät für angewandte Mathematik,
Physik und Allgemeinwissenschaften
Technische Hochschule Nürnberg
Georg Simon Ohm

Kontakt

M. Eng. Benjamin Fuchs
Tel.: +49.911.5880.1852
Fax: +49.911.5880.5800
Benjamin.fuchs@th-nuernberg.de
www.th-nuernberg.de



Europäische Union
Europäischer Fonds für
regionale Entwicklung



TECHNISCHE HOCHSCHULE NÜRNBERG
GEORG SIMON OHM



NUTZUNG ÜBERSCHÜSSIGEN STROMS IN WÄRMESPEICHERN



Die Photovoltaikanlage kann mithilfe der Wetterdaten einer Wetterstation (Abbildung 1) am Forschungs- und Entwicklungszentrum der TH Nürnberg in Neumarkt i. d. Opf. mathematisch emuliert werden. Diese Wetterstation bietet neben einer Station zur Messung der Temperatur und Windgeschwindigkeit auch mehrere Pyranometer und ein Pyrheliometer, mit denen die exakte Sonneneinstrahlung, aufgeteilt in Global-, Direkt-, und Diffus-Strahlung, gemessen wird. Auch die Windkraftanlage kann mithilfe der Wetterdaten mathematisch für diesen Standort emuliert werden. Die Daten werden über eine Internetverbindung übertragen und über das Betriebsführungssystem aufgezeichnet. Für den Fall, dass die Datenverbindung unterbrochen ist greift das System auf Wetterprognosen zurück.

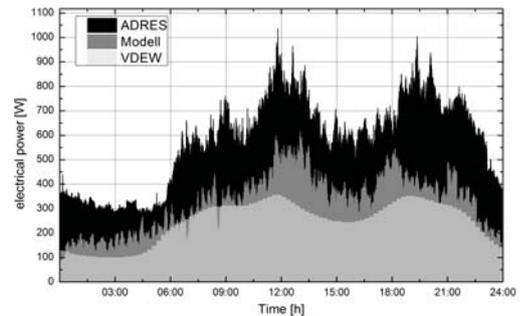


Abb.:3 Vergleich des Lastganges des Modells mit dem Datensatz der Projektgruppe ADRES der TU Wien und den Standardlastprofil des VDEW [8-9]

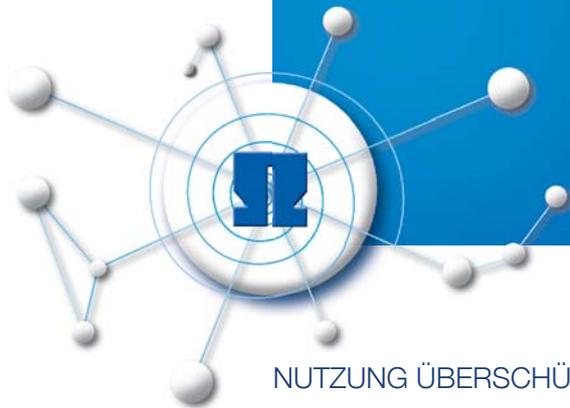


Abb.:2 Versuchsspeicher mit zwei Heizstäben und einem Betriebsführungssystem

Für die Generierung der elektrischen Lastkurve wurde ein Modell erstellt, das den Strombedarf in zehn Sekunden Intervallen ausgibt. Durch die Auswahl der im Haushalt vorhandenen Geräte, sowie des Nutzerverhaltens der Personen können individuelle Lastkurven für den Zeitraum eines Jahres erstellt werden. Mittels Messdaten der Technischen Universität Wien und des H0-Standardprofils des Verbandes der Elektrizitätswirtschaft (VDEW) wurde das Modell validiert (siehe Abbildung 3). Die Abweichung des Gesamtstrombedarfs im Vergleich zum statistischen Durchschnitt liegt bei 7,33 %. Das Betriebsführungssystem nutzt außerdem Modelle für elektrische Batteriespeicher sowie ein Wärmebedarfsmodell des Heiz- und Warmwasserbedarfs von Haushalten. Die Modellierung des konventionellen Heizsystems umfasst einen Gaskessel, einen Biomassekessel sowie eine Solarthermieanlage. Die ohmschen Leitungsverluste, die Verluste an den Heizstäben sowie der Speicher werden ebenfalls emuliert, um die Auslegung des Systems unabhängig von einem Versuchsaufbau zu machen. Die einzelnen Modelle sind mittels der Software LabVIEW von National Instruments programmiert worden.

Der Aufbau umfasst einen Wärmespeicher mit 1 m³ Kapazität sowie zwei elektrische Heizpatronen mit 4,5 kW und 9 kW Anschlussleistung. Für die Emulation des konventionellen Heizsystems und der Solarthermieanlage ist eine Erweiterung des Versuchsaufbaus entwickelt worden, die bisher noch nicht installiert ist. Über die Heizstäbe können diese dennoch emuliert werden.

www.th-nuernberg.de



NUTZUNG ÜBERSCHÜSSIGEN STROMS IN WÄRMESPEICHERN

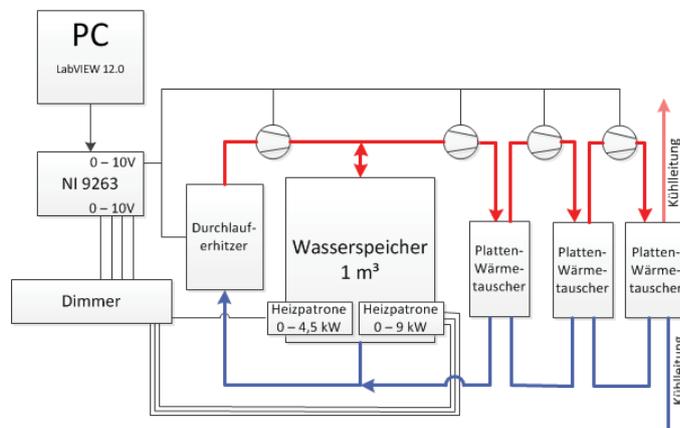


Abb.:4 Versuchsaufbau des Forschungsprojektes an der TH Nürnberg

Der Aufbau umfasst einen Wärmespeicher mit 1 m³ Kapazität sowie zwei elektrische Heizpatronen mit 4,5 kW und 9 kW Anschlussleistung. Für die Emulation des konventionellen Heizsystems und der Solarthermieranlage ist eine Erweiterung

des Versuchsaufbaus entwickelt worden, die bisher noch nicht installiert ist. Über die Heizstäbe können diese dennoch emuliert werden.

Quellen

- [1] Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. (DGS). 2012. *Energy Map*. www.energymap.info. Accessed 9 February 2013.
- [2] Bundesumweltministerium (BMU). 2000. *Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien*. EEG.
- [3] Christian Märkel. 2013. *Der atmende Deckel & die Kürzung der Einspeisevergütung. Degression der Photovoltaik Einspeisevergütung 2013*. <http://www.solaranlagen-portal.com/photovoltaik-grossanlage/wirtschaftlichkeit/degression-einspeiseverguetung>. Accessed 13.08.13.
- [4] Bundesumweltministerium (BMU). 2012. *EEG-Novelle zur Photovoltaik 2012*.
- [5] Kost, C., Schlegl, T. Dr., Thomsen, J., and Mayer, J. 2012. *Studie Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien*. Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, ise.fraunhofer.de.
- [6] Moosburger, B. 2013. *Nutzung überschüssiger elektrischer Energie in thermischen Speichern*. Bachelorarbeit, HAW Amberg, Georg Simon Ohm Hochschule Nürnberg.
- [7] Bundesrepublik Deutschland. 2009. *Energieeinsparverordnung*. EnEV.
- [8] eon Bayern, Standardlastprofil, Regensburg, <http://tinyurl.com/Standardlastprofil> (Stand: 07.01.2014) 2013.
- [9] A. Einfalt et al.: *Energie der Zukunft: ADRES-Concept. Konzeptentwicklung für ADRES - Autonome Dezentrale Regenerative Energie Systeme*, Bericht, Wien 2012. http://www.ea.tuwien.ac.at/projekte/adres_concept/.