

Wärmepumpen im Kontext von Smart Grids

Gebäude werden effizienter und intelligenter, der Anteil erneuerbarer Energien steigt rascher als Optimisten dachten. Neue Fragen tauchen auf: Wie stellen wir immer kleinere Wärmemengen effizient bereit? Und neue Möglichkeiten: Die Wärmeversorgung kann zur Speicherung von regenerativem Überschussstrom beitragen. Das Fraunhofer ISE untersucht die Rolle der elektrischen Wärmepumpe in beiden Feldern.

Die elektrische Wärmepumpe stellt für den Bereich der Niedrigenergiehäuser eine interessante Versorgungsoption dar, weil man auf den Gasanschluss verzichten und mit modernen Systemen einen großen Teil der Umgebungswärme nutzen kann. Hinzu kommt, dass bei der Transformation unseres heutigen Energieerzeugungssystems der Anteil an erneuerbaren Energien stetig steigt, so dass einerseits die Primärenergieeffizienz im Stromnetz steigt, andererseits steuerbare Verbraucher den fluktuierenden Charakter der erneuerbaren Energien ausgleichen können. Die „intelligente Wärmepumpe“ stellt ein wichtiges Standbein im zukünftigen Smart Grid dar.

Etwa 450.000 elektrische Wärmepumpen arbeiten derzeit in Deutschland für die Raumheizung. Um die Effizienz der Systeme zu gewährleisten und auch zu verbessern, ist es notwendig, die Systeme unter ökologischen, energetischen als auch ökonomischen Gesichtspunkten bewerten zu können.

Ökologische und ökonomische Effizienz von elektrischen Wärmepumpen

Das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE aus Freiburg hat in den Jahren 2006 bis 2010 zwei große Feldtests durchgeführt und knapp 200 Wärmepumpenanlagen wissenschaftlich untersucht. Ergebnis: Wer sorgfältig plant und installiert, kann die Jahresarbeitszahl 3 bis 4 erreichen, also die Wärmeausbeute in Bezug auf den eingesetzten Strom maximieren (siehe auch: Moderne Gebäudetechnik Heft 4/11, Seiten 22 bis 25). Die höchste technische Effizienz wird erreicht, wenn man das Erdreich als Wärmequelle nutzen kann. Einige Erkenntnisse ergaben sich aus den Feldversuchen:

- Je niedriger die Heizungsvorlauftemperatur sein kann, desto effizienter arbeiten die Systeme. Daher eignen sich Fußbodenheizungen am besten; falls dennoch günstige Radiatorenheizelemente eingesetzt werden, ist eine sorgfältige Auslegung mit großen Heizflächen vorzusehen.

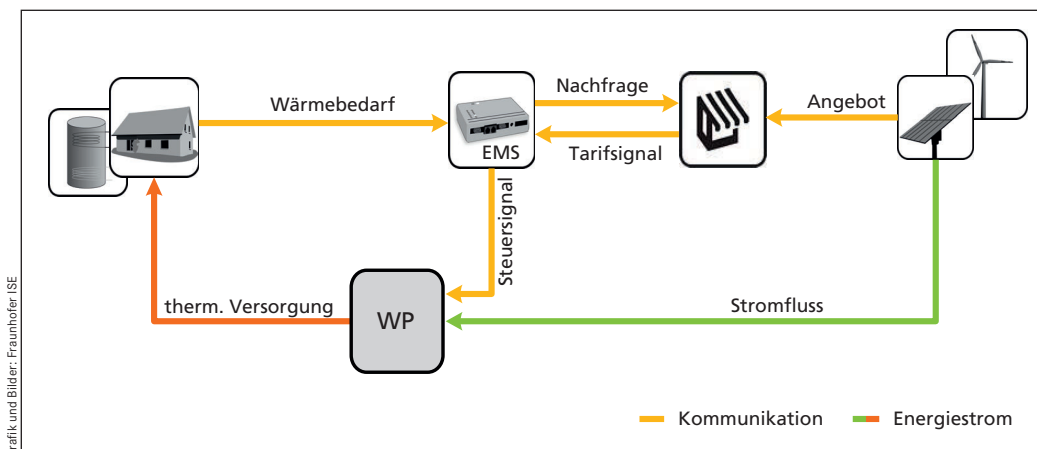
- Die Fachkompetenz der Installateure ist ein entscheidendes Kriterium. Bei den Untersuchungen wurden viele Installationsmängel festgestellt, z. B. fehlender hydraulischer Abgleich, fehlerhafte Regelung der Speicherbeladung, falsche Temperaturspreizung sowohl bei der Wärmequelle als auch bei der Wärmesenke.
- Einfache und robuste Anlagen arbeiten in der Regel mit der höchsten Effizienz. Komplexe Systeme erreichen in der Praxis oft nicht auf Dauer die theoretisch möglichen Werte.

Im Rahmen des neuen Projekts „WP Monitor“ vermessen die Fraunhofer-Forscher gerade rund 100 Wärmepumpen minutengenau, Details findet man auf der Webseite des Fraunhofer ISE <http://wp-monitor.ise.fraunhofer.de>, unter „Auswertung und Messdaten“.

Intelligente Energienetze bieten neue Möglichkeiten für elektrische Wärmepumpen

Derzeit sind Wärmepumpen und ihre Steuerung ausschließlich auf die sichere Bereitstellung der thermischen Anforderungen durch Verbraucher ausgelegt. In einem zukünftigen Netz mit hohem Anteil an erneuerbaren Energien könnten sie mithelfen, Angebot und Nachfrage aufeinander abzustimmen.

Die Bundesregierung plant für 2020 einen Anteil regenerativ erzeugten Stroms von rund 45 % in Deutschland. Die Herausforderung liegt einerseits in dem Ausbau der Stromnetze, andererseits in der Bewältigung der Fluktuation. Da sich die Erzeugung aus Wind und Sonne nicht einfach auf den Verbrauch anpassen lässt, müssen zunehmend Speicher und regelbare Kraftwerke für den Ausgleich sorgen. Neben den klassischen Speichertechnologien wie den Pumpspeichern werden aber auch neue Speicher diskutiert, beispielsweise Batteriesysteme in Elektro-Fahrzeugen oder die Methanisierung von Überschussstrom aus Windanlagen zur chemischen Speicherung in bestehenden Gasnetzen.



Einbindung einer Wärmepumpe (WP) in das Smart Grid. Das openMUC-System des Fraunhofer ISE setzt als Energie-Gateway („EMS“ in der Grafik) die Kommunikation der Smart Meter um und realisiert ein tarifbasiertes Energiemanagement für den Wärmepumpenbetrieb.



Einstellung der Systemparameter im Heizungskeller

Weitaus einfacher erscheint aber die Aktivierung von passiven Speichern, wie sie die Wärmepumpenanlagen darstellen, die im intelligenten Energienetz (den so genannten „Smart Grids“) ganz neue Möglichkeiten eröffnen: Die Herausforderung besteht in der IT-Technologie, die für die Akteure im Stromnetz der Zukunft die Voraussetzung darstellen: Da es nicht mehr nur wenige große Kraftwerke, sondern eine Vielzahl von Anlagen zu koordinieren gilt, muss die entsprechende Kommunikationstechnik verfügbar sein.

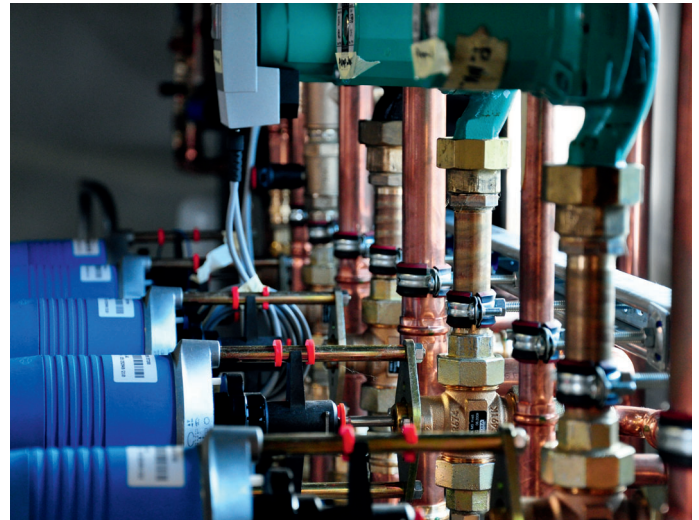
Eine Schlüsselrolle im Smart Grid könnten die so genannten „Smart Meter“ spielen, die in zahlreichen Feldversuchen von Energieversorgern getestet werden.

Dabei werden kommunikationsfähige Energiezähler eingesetzt, die eine flexible Tarifierung gestatten. Über den Smart Meter werden also Anreize geschaffen, hohen Strombezug in Zeiten mit günstigen Tarifen zu verlagern. Die Tarife stehen in Zusammenhang mit der verfügbaren erneuerbaren Energie, die künftig einen dominanten Anteil ausmacht.

Ziel der wissenschaftlichen Untersuchung am Fraunhofer ISE ist die Ermittlung der Verlagerungspotenziale, die sich durch die tarifgesteuerte Wärmepumpe ergeben können. Dabei kommt einerseits ein Simulationsmodell zum Einsatz, das den Anlagenbetrieb in einem Wohngebäude über ein komplettes Betriebsjahr abbildet, andererseits werden unterschiedliche Energiemanagementsysteme EMS bewertet, die eine wirtschaftliche Betriebsweise mit flexiblen Tarifen gestatten.

Zentrales Element ist dabei das netzwerkfähige Energie-Gateway der Energieversorgungsanlage. Mit dem OpenMUC Pilotsystem des Fraunhofer ISE (www.openmuc.org) wird dazu zunächst eine standardisierte Integration aller Energiezähler genutzt, den Wärme- und Strombedarf des Gebäudes zu messen und auch den Zugriff auf Stromtarife zu realisieren. Ein integriertes Energiemanagement generiert zunächst aus internen und internet-verfügbaren externen Informationen (Außentemperatur, Strahlung) ein prognostiziertes Anforderungsprofil für die Versorgung des Objekts.

Ein Optimierungsmodul berechnet anhand der verfügbaren thermischen Speicher im System die optimale Einsatzzeit für die tarifgeführte Wärmepumpe. Dabei gilt es, die Warmwasserspeicher und auch die thermische Gebäudemasse als Speicher zu aktivieren. Die Komfortkriterien für die Raumkonditionierung spielen dabei eine wichtige Rolle, sie lässt sich auch über ein



Elektronisch angesteuerte Steller im Heizkreislauf

Feedback-System nutzerfreundlich adaptieren. Bei einem günstigen Stromtarif lädt die Wärmepumpe die Kapazitäten, bei hohen Strompreisen bleibt die Wärmepumpe ausgeschaltet, bis die Raumtemperatur unter die Komfortschwelle fällt.

Beim Smart Grid-Betrieb geht es also um einen Paradigmenwechsel der ausschließlich thermisch geführten Systeme hin zu einem strom-wärmegeführten System, das durch Tarife geführt wird. Die zeitliche Spanne, in der die Wärmepumpe nicht betrieben werden muss, wird als „Verlagerungspotenzial“ bezeichnet. Wie hoch das Verlagerungspotenzial ist, wird vom Fraunhofer ISE in Feldversuchen mit rund 200 Einfamilienhäusern untersucht. Dabei sind auch die Hersteller von elektrischen Wärmepumpen und Energieversorgungsunternehmen beteiligt. Im nächsten Schritt gilt es, neue „smarte Wärmepumpensysteme“ zu entwickeln, die diese Verlagerungspotenziale hinreichend erschließen.

Fazit

Elektrische Wärmepumpenanlagen werden eine immer wichtigere Rolle bei der Versorgung von Niedrigenergiegebäuden spielen. Verbesserte Systemtechnik ermöglicht eine steigende Effizienz und längere Lebenszeiten des Wärmepumpensystems. Steigende Anteile der erneuerbaren Energien im Strommix verstärken die ökologischen Vorteile der Wärmepumpenanlagen, da die Primärenergie zunehmend erneuerbar bereitgestellt wird und die Anlagen zur Flexibilisierung der Nachfrage genutzt werden können. Neben dem tarifgeführten Smart Grid-Betrieb der Anlagen in Zukunft ist heute schon die lokale Optimierung des Betriebs durch die Eigenstromnutzung attraktiv: Ein Photovoltaik- oder KWK-Anlagenbetreiber kann durch Abgleich der Betriebszeit mit der Erzeugung einen erheblichen finanziellen Vorteil erwirtschaften. Dazu bedarf es des Einsatzes eines entsprechenden Energiemanagementsystems.



Die Autoren

Dr. Christof Wittwer und
Dipl.-Ing. Marek Miara,
Fraunhofer-Institut für
Solare Energiesysteme ISE,
Freiburg

