

future:solar

SYSTEMANALYSE ZUR SOLAREN ENERGIEVERSORGUNG

Die Auswahl an erneuerbaren Energiesystemen, um Häuser für die Zukunft zu rüsten, ist groß. Eine umfassende Systemanalyse zum technischen und wirtschaftlichen Potential der Solarthermie und der Photovoltaik führt das Institut für Gebäude- und Solartechnik der Technischen Universität Braunschweig im Forschungsprojekt „future:solar“ durch. Dabei werden unterschiedliche ganzheitliche Energieversorgungskonzepte von Ein- und Mehrfamilienhäusern bis hin zu Stadtquartieren jeweils im Neubau und der Bestandsanierung mit der Zielsetzung einer in der Jahresbilanz regenerativen Energieversorgung zu 50 bzw. 100 % untersucht. Die gewählte Bilanz beinhaltet dabei sowohl den Energiebedarf für den Gebäudebetrieb nach gültiger Energieeinsparverordnung als auch den Strombedarf der Nutzung und Ausstattung. Daher werden zusätzlich zur Solarthermie weitere erneuerbare Energien und zukunftsfähige Technologien zur Wärme-, Strom- und Kälteerzeugung berücksichtigt.

Ziel und Bilanzierungsrahmen

Hauptziel des Projekts ist die wirtschaftliche und ökologische Bewertung von solarunterstützten Energieversorgungsvarianten für einen 50 und 100 % regenerativen Deckungsanteil. Zunächst werden die Bilanzgrenzen hinsichtlich der Bewertung einer 50 und 100 % regenerativen Energieversorgung definiert. In Anlehnung an die Energie Effizienzhaus-Plus Kriterien erfolgt die Festlegung auf den Endenergiebedarf als auch den Primärenergiebedarf, welcher durch das

Gebäude selbst gedeckt werden muss. Mit dem Ziel der regenerativen Gebäudeversorgung zu 100 % wird das Kriterium für den AktivhausPlus bzw. den Effizienzhaus Plus-Standard erfüllt. Die Bilanzierung beinhaltet den Heizwärmebedarf, den Wärmebedarf für die Trinkwarmwasserbereitung sowie den Bedarf an elektrischem Strom für den Haushalt und die Lüftungsanlage. Im Bereich der Stadtquartiere wird die Bilanz auf den Kältebedarf für Handel, Gewerbe und Dienstleistung erweitert. Die jeweiligen energetischen Anteile werden über Systemsimulationen ermittelt. In verschiedenen Sonderbetrachtungen erfolgt die Untersuchung von Spezialthemen wie der Einsatz von Batteriespeichern und thermochemischen Speichern.

Modellbildung, Systemdefinition und Simulation

Die Definition von Gebäudetypologien für den Neubau und den Bestand bildet die Grundlage für die weitere Bearbeitung. In Anlehnung an statistische Erhebungen und Bestandsdatenbanken werden synthetische Mustergebäude (Ein- und Mehrfamilienhaus) hinsichtlich geometrischer und bauphysikalischer Merkmale erstellt. Beim Neubaugebäude wird im Bereich der Fassade ein Wärmedämmverbundsystem mit einer Dämmstärke von 24 cm (WLG 035, U-Wert 0,13 W/m²K) vorgesehen. In der Bestandssanierung liegt die Dämmstärke der Fassade bei 16 cm (WLG 035, U-Wert 0,19 W/m²K). Alle Gebäude verfügen über eine 3-fach Wärmeschutzverglasung sowie im Neubau über eine Lüftungsanlage, die ganzjährig mittels Wärmerückgewinnung den hygienischen Mindestluftwechsel sicherstellt. In der Bestandssanierung kommt während der Heizperiode eine Abluftanlage zum Einsatz. Für den Nutzerstrombedarf, welcher in der Studie ebenfalls Berücksichtigung findet, wird ein Zielwert von pauschal 3.000 kWh/a im Einfamilienhaus und von durchschnittlich 2.000 kWh/a je Wohneinheit in den Mehrfamilienhäusern festgesetzt. Der Strombedarf für die Lüftungsanlage kommt für jedes Gebäude dazu.

Über Gebäudesimulationen mit dem Programm TRNSYS 17 wird der Heizwärmebedarf sowie bei den Quartieren der Kühlenergiebedarf (Gewerbeflächen) als

Lastprofil ermittelt. Das Gleiche gilt auch für die Trinkwarmwasserbereitung und den Strombedarf. Die Generierung eines Lastprofils erfolgt dabei über ein Zapfprofil bei der Warmwasserbereitung (EU Tapping Cycles) und über einen Lastprofilgenerator (TU Chemnitz) für den Haushaltsstrom. Im zweiten Schritt werden mit den Projektpartnern Versorgungsvarianten definiert, die eine typische und marktnahe Versorgung der Gebäude repräsentieren. Für den Ein- und Mehrfamilienhausbereich gehören hierzu:

- Variante 1: Gasbrennwertkessel, Solarthermie und Photovoltaik
- Variante 2: Wärmepumpe und Photovoltaik
- Variante 3: Erdgas-BHKW und Photovoltaik
- Variante 4: Biomassekessel, Solarthermie und Photovoltaik
- Variante 5: Elektrischer Heizstab, Solarthermie und Photovoltaik
- Variante 6: Fernwärmeversorgung und Photovoltaik.

Über Anlagensimulationen in TRNSYS 17 werden für die sechs festgelegten Versorgungsvarianten die jeweiligen resultierenden Deckungsanteile ermittelt. Besonders für die ökonomischen aber auch ökologischen Untersuchungen sind die durchgeführten Simulationen Grundlage der weiteren Bearbeitung und Auswertung.

Ergebnisse Ein- und Mehrfamilienhäuser

Die Ergebnisse zeigen, dass die Versorgung von Gebäuden mit Solarthermie, unterstützt durch eine Gasheizung und eine Photovoltaikanlage, etwa zu gleichen Vollkosten führt, wie die Versorgung über eine Wärmepumpe kombiniert mit einer Photovoltaik-Anlage – bei einer Zielsetzung von 50 % Erneuerbare Energien für die Wärme- und Stromversorgung in der Jahresbilanz. Dies gilt für den Ein- und Mehrfamilienhausbereich im Neubau und der Bestandssanierung.

Für die Deckung des Energiebedarfs von 100 % in der Jahresbilanz wird die Solar-

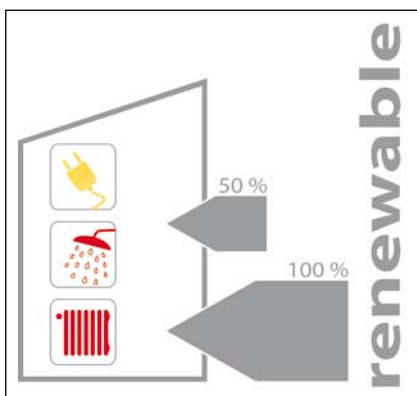


Bild 1: Bilanzierungsgrenzen im Forschungsprojekt future:solar

thermieanlage vergrößert und ein Pufferspeicher zur saisonalen Wärmespeicherung in das System integriert. Aufgrund der deutlich höheren Investitionskosten sinkt dabei die Wirtschaftlichkeit im Vergleich zur Versorgung mittels Wärmepumpe in Kombination mit einer Photovoltaikanlage deutlich. Zudem ist die verfügbare Dachfläche für die Solarenergienutzung mit hohen regenerativen Deckungsanteilen der beschränkende Faktor. Meist reicht die zur Verfügung stehende Dachfläche zur Realisierung einer 100 % regenerativen Deckung in der Jahresbilanz nicht aus. Die Konzepte im Neubaubereich beschränken sich daher im Wesentlichen auf den Einsatz von Solarthermie und Biomasse oder die Kombination aus Wärmepumpe mit PV. In der Bestandssanierung von Mehrfamilienhäusern kann die 100 % regenerative Versorgung bei Erhalt der bestehenden Satteldachfläche aufgrund des durchschnittlich höheren Bedarfs nicht erreicht werden.

Diese Aussage lässt sich auf die Stadtquartiere übertragen. Dennoch malserhöhte Energiebedarf gegenüber den Mehrfamilienhäusern durch eine gemischte Nut-

zung, dem hinzukommenden Kühlbedarf der Gebäude im Neubau sowie das immer ungünstiger werdende Verhältnis von zu versorgender Fläche zur solaren Nutzfläche, ermöglichen keine 100 % regenerative Versorgung in der Jahresbilanz. Selbst eine 50 % regenerative Versorgung kann über verschiedene Versorgungskonzepte mittels Nahwärmenetz, saisonaler Langzeitwärmespeicher und dezentraler Versorger nicht ohne weitere solare Nutzflächen im oder außerhalb des Quartiers erreicht werden. Eine endgültige Aussage zu den Quartieren wird jedoch erst für Juni 2014 erwartet.

Im Herbst 2014 wird ein umfangreicher Abschlussbericht des Forschungsvorhabens erscheinen, der detailliert alle Randbedingungen der Untersuchungen sowie alle Ergebnisse der technischen und wirtschaftlichen Analysen darstellt. Über die Internetseite des Instituts (www.tu-braunschweig.de/igs) kann eine elektronische Form des Forschungsberichts bezogen werden.

Das Forschungsprojekt wird vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) ge-

fördert (FKZ 0325990A). Mit Beteiligung des Instituts für Thermodynamik und Wärmetechnik der Universität Stuttgart sowie den Industrie-Partnern Solvis, Stiebel Eltron und Uponor erfolgt die gemeinsame Bearbeitung des F+E Vorhabens.

ZU DEN AUTOREN:

► *Dipl.-Ing. Sven Reiser*
wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Gebäude- und Solartechnik, TU Braunschweig

► *Dipl.-Ing. Mathias Schlosser, Robert Kellner B.Sc., Univ.-Prof. Dr.-Ing. M. N. Fisch*

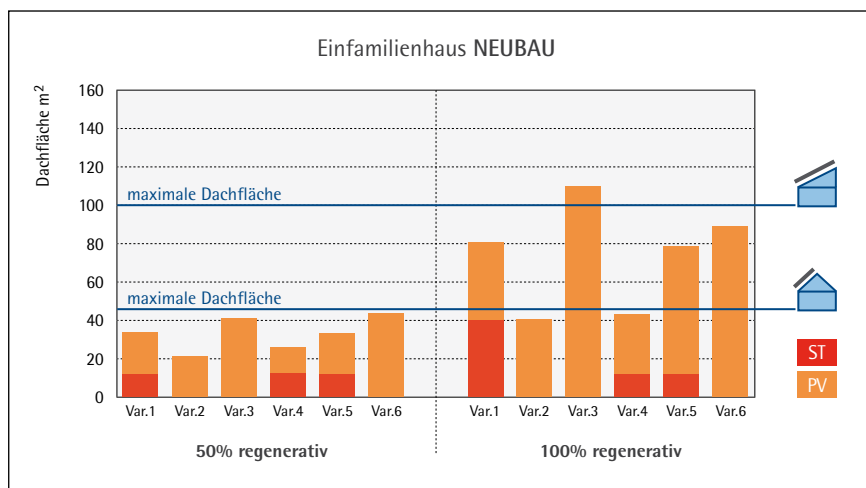


Bild 2: Vergleich Dachflächenbedarf und Dachflächenangebot EFH Neubau

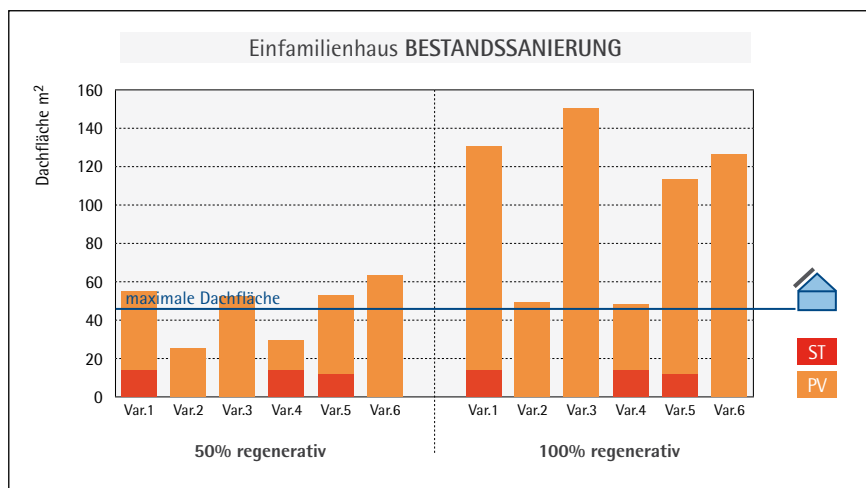


Bild 3: Vergleich Dachflächenbedarf und Dachflächenangebot EFH Bestandssanierung

Experten-Workshop future:solar in Berlin

Am 13. März 2014 wurden die umfangreichen technischen und wirtschaftlichen Ergebnisse der Studie auf einem Expertenworkshop in Berlin vorgestellt. Gut 45 Vertreter aus Forschung und Industrie diskutierten nach Vorstellung der Ergebnisse für Ein- und Mehrfamilienhäusern über weitere Fragen und Herausforderungen, die durch die Studie angeregt wurden. Dabei stellte sich heraus, dass vor allem bei den rein strombasierten Energieversorgungssystemen (Versorgung mittels Wärmepumpe und PV-Anlage) Fragen offen sind. Neben der künftigen Entwicklung der Preise und Kosten für Strom, der für das Heizen eingesetzt wird, gilt es zu klären, ob ein erhöhter Leistungs- und Strombedarf Auswirkungen auf die Versorgungsnetze hat und wie dieser ggf. wirtschaftlich zu bewerten ist. Ebenso stellt sich die Frage, wie die Eigenerzeugung von Strom über eine PV-Anlage künftig in das Gesamtsystem von Stromerzeugung, Stromspeicherung und Stromverteilung eingebunden wird. Die Ergebnisse der Studie future:solar werden als wichtige Aussagen für eine wirtschaftliche Versorgung von Gebäuden mit hohen regenerativen Anteilen gewertet und zeigen dabei das Potenzial der thermischen und elektrischen solaren Energienutzung auf.