

Kurzbericht zum Forschungsprojekt

Betriebsstrategien für EnergiePLUS-Gebäude am Beispiel der Berghalde

Förderkennzeichen: SWD-10.08.18.7-13.33
Förderung durch: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raum-
forschung



Fördernehmer: Technische Universität Braunschweig
Institut für Gebäude- und Solartechnik (IGS)

Projektleitung: Univ. Prof. Dr. M. Norbert Fisch
Dipl.-Ing. Arch. Thomas Wilken

Bearbeitung: Dipl.-Ing. F. Bockelmann
Ch. Kley M. Sc.

Laufzeit: 08.08.2013 – 10.08.2015

Stand: Oktober 2015

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert (Aktenzeichen: SWD-10.08.18.7-13.33). Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt bei den Autoren. Die Autoren danken für die Unterstützung.

1. ANLASS UND AUSGANGSLAGE

Die Energieversorgung Deutschlands steht durch die Energiewende vor neuen Herausforderungen. Gebäude, als Sektor der für ca. 30% des Energieverbrauchs steht, entwickeln sich vom Energieverbraucher zum -erzeuger und werden damit Teil einer dezentralen Versorgungsstruktur. Eine Lösung bietet in diesem Kontext das Zukunftskonzept EnergiePLUS-Haus, dass aufgrund der Eigenstromproduktion mit hoher solarer Eigenstromnutzung das Gebäude zum Kraftwerk werden lässt.

2. GEGENSTAND DES FORSCHUNGSVORHABENS

Im Forschungsprojekt werden Optimierungsmaßnahmen zur Steigerung des Eigenstromanteils mittels numerischer Gebäude- und Anlagensimulationen am das Einfamilienhaus in Leonberg-Warmbronn untersucht. (Abbildung 1 und 2) In einer Parameterstudie werden die wesentlichen Auslegungsgrößen zur dezentralen Energieerzeugung und -speicherung sowie entsprechende Regelungsstrategien zur Erzielung eines hohen Eigenstromanteils erarbeitet. Die unterschiedlichen Lösungsansätze aus den Simulationen werden im Wohngebäude umgesetzt und können so auf die Praxisrelevanz unter realen Bedingungen bewertet werden. Die im Monitoring erfassten Messdaten, die Auswertung über vier Betriebsjahre, sowie die daraus ermittelte Gebäudeperformance, erlauben Optimierungen des Gebäudebetriebs hinsichtlich Energieeffizienz und Nutzerkomfort.

Monitoringergebnisse

Das primäre Ziel, den Netto-Plusenergie-Standard mit Bezug auf die jährliche Primär- und Endenergiebilanz bei gleichzeitig hoher Nutzerzufriedenheit und hohem Raumkomfort zu erreichen, wird für alle vier Betriebsjahre zu hundert Prozent erreicht.

Die jährlich durch die PV-Anlage erzeugte Energie liegt bis zu 80% über dem Gesamtjahresstromverbrauch des Hauses. 2012 bis 2014 konnten jeweils ca. 30% des regenerativ erzeugten Stroms direkt im Haus genutzt werden. 70% wurden jeweils in das öffentliche Netz eingespeist. Bezogen auf den Gesamtstromverbrauch des Gebäudes konnten zwischen 30 und 50% direkt durch die Eigenerzeugung gedeckt werden. (Abbildung 3)

Der jährliche Gesamtstromverbrauch liegt zwischen 9.027 kWh/a und 12.244 kWh/a. Auf die Wohnfläche bezogen ergibt sich ein jährlicher Stromverbrauch zwischen 35 bis 47 kWh/(m²_{WFl}a). Die Wärmepumpe ist der mit Abstand größte Stromverbraucher im Gebäude und hat mit der Deckung von Raumwärme und Trinkwarmwasser einen Anteil von rund einem Drittel am Gesamtstromverbrauch. Auf die Gebäudekonditionierung entfallen ca. 34%. Der Haushaltsstrom (Haushaltgeräte, Beleuchtung, Sonstiges) liegt mit 37% am Gesamtstromverbrauch in ähnlicher Größenordnung. Der restliche Stromverbrauch verteilt sich zu

jeweils gleichen Anteil auf die e-Mobilität, der MSR-Technik sowie Verlusten durch die Be- und Entladung sowie dem Standby-Betrieb der Batterien.

Das Gebäude mit einer hochwärmegedämmten und luftdichten Gebäudehülle hat einen Jahres-Heizenergieverbrauch von 43 bis 66 kWh/(m²_{Wfl}a), witterungsbereinigt ergeben sich 50 bis 65 kWh/(m²_{Wfl}a). Für die Trinkwassererwärmung wird unter Berücksichtigung der Verteilverluste für alle vier Betriebsjahren ein Nutzenergieverbrauch von rd. 4 - 5 kWh/(m²_{Wfl} a) ermittelt.

Die PV- Anlage weist ohne das Betriebsjahr 2013 durchschnittlich einen jährlichen Stromertrag von über 1.050 kWh/kW_p auf.

Durch einen Fabrikatswechsel (2013) sowie Anpassungen an der Regelung, Einstellungen in der Wärmepumpe und Änderungen an den Betriebslaufzeiten und der Heizkurve konnte die Jahresarbeitszahl von knapp 3,0 (2011) auf 4,62 in 2014 gesteigert werden. Für 2015 wird auf Basis der bisher erfassten Messdaten eine Jahresarbeitszahl von über 5,0 erwartet.

Simulationsstudie - Steigerung Eigenstromanteil

Mit dem Projekt sollen technische und wirtschaftliche Potentiale zur Steigerung der Eigenstrom-Nutzung untersucht werden. In dem Vorhaben soll identifiziert werden, welche Parameter in einem EnergiePlus Gebäude großen bzw. geringen Einfluss auf die Steigerung von Energieeffizienz und Eigenstromnutzung haben. Die Anpassung anlagentechnischer Parameter bzw. die Anpassung des Konzepts sollen dargestellt und bewertet werden. Die durchgeführten Untersuchungen betrachten die Anpassung von Regelstrategien, die Vergrößerung des Pufferspeichervolumens und die Erweiterung der Stromspeicherkapazität. Dabei wird die wirtschaftliche Relevanz von Investitionskosten und Nutzen in Bezug auf die Erhöhung der Eigenstromnutzung bewertet. Als gering investive Maßnahmen kann durch die Nachtabsenkung eine Steigerung des Eigenverbrauchs um ~ 1% erzielt werden. Durch die Implementierung von Regelungen zum Betrieb der Wärmepumpe bei PV-Nutzung kann der solare Deckungsanteil gemäß Simulation von 34% auf 42 % gesteigert werden. Die Kumulation aller Maßnahmen führt zu einer Steigerung von 27% auf 56% beim PV-Eigennutzungsanteil und von 34% auf 62% beim PV-Deckungsanteil. (Abbildung 4) Die Vergrößerung der Speicherkapazität der Batterien ist unter den aktuellen Konditionen nicht wirtschaftlich und führt rechnerisch zu Amortisationszeiten von über 20 a.

3. FAZIT/ AUSBLICK

Das vierjährige Monitoring und die wissenschaftliche Begleitung zeigen, dass EnergiePlus Gebäude erfolgreich umgesetzt und bei hohem Wohnkomfort effizient betrieben werden können.

Die umgesetzten Gebäude im EffizienzhausPLUS Standard bieten als Prototypen das große Potential weiterer Forschungsfragen unter realen Bedingungen nachzugehen. Dazu gehört in erster Linie die Erhöhung der Eigenstromnutzung, um regenerativ erzeugten Strom innerhalb der Bilanzgrenze zu verbrauchen. Simulationsstudien haben gezeigt, dass durch den Ausbau und die Aktivierung thermischer Speicher im Gebäude eine deutliche Erhöhung möglich ist. Durch die Nutzung von chemischen Speichern ist theoretisch ein Deckungsanteil von bis zu 80% erreichbar. Die Integration von Batteriespeichern steht aber noch vor systembedingten, technischen und vor allem wirtschaftlichen Herausforderungen. Darüber hinaus besteht Forschungsbedarf in Bezug auf die Nutzung erneuerbarer Energie im urbanen Zusammenhang, wenn also nicht nur einzelne Gebäude einen jährlichen bilanziellen Überschuss erzielen, sondern durch die intelligente Vernetzung Siedlungen und Quartiere zu dezentralen Energieerzeugern werden. Synergien sind in diesem Zusammenhang insbesondere durch die ganzheitliche Betrachtung und Berücksichtigung unterschiedlicher Gebäudetypologie und Nutzungen zu erforschen.

4. ECKDATEN

Kurztitel

EnergiePLUS – Aktivhaus

Forscher und Projektleitung:

Projektleitung: Univ. Prof. Dr. M. Norbert Fisch
Dipl.-Ing. Arch. Thomas Wilken

Bearbeitung: Dipl.-Ing. F. Bockelmann
Ch. Kley M. Sc.

Gesamtkosten 215.299,30 €

Anteil Bundeszuschuss 130.584,30 €

Projektlaufzeit 08.08.2013 – 10.08.2015 (24 Monate)

5. BILDER UND ABBILDUNGEN



Abbildung 1: EnergiePLUS-Gebäude in Leonberg-Warmbronn
Bilddateiname: Ansicht.jpg

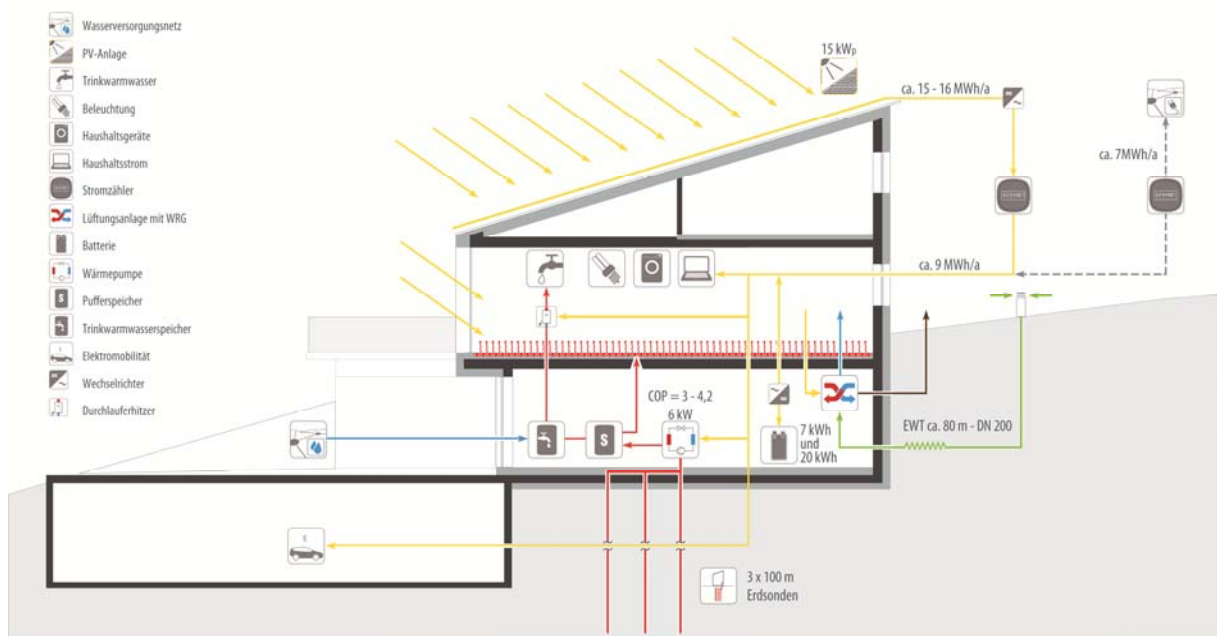


Abbildung 2: Energiekonzept
Bilddateiname: Energiekonzept.jpg

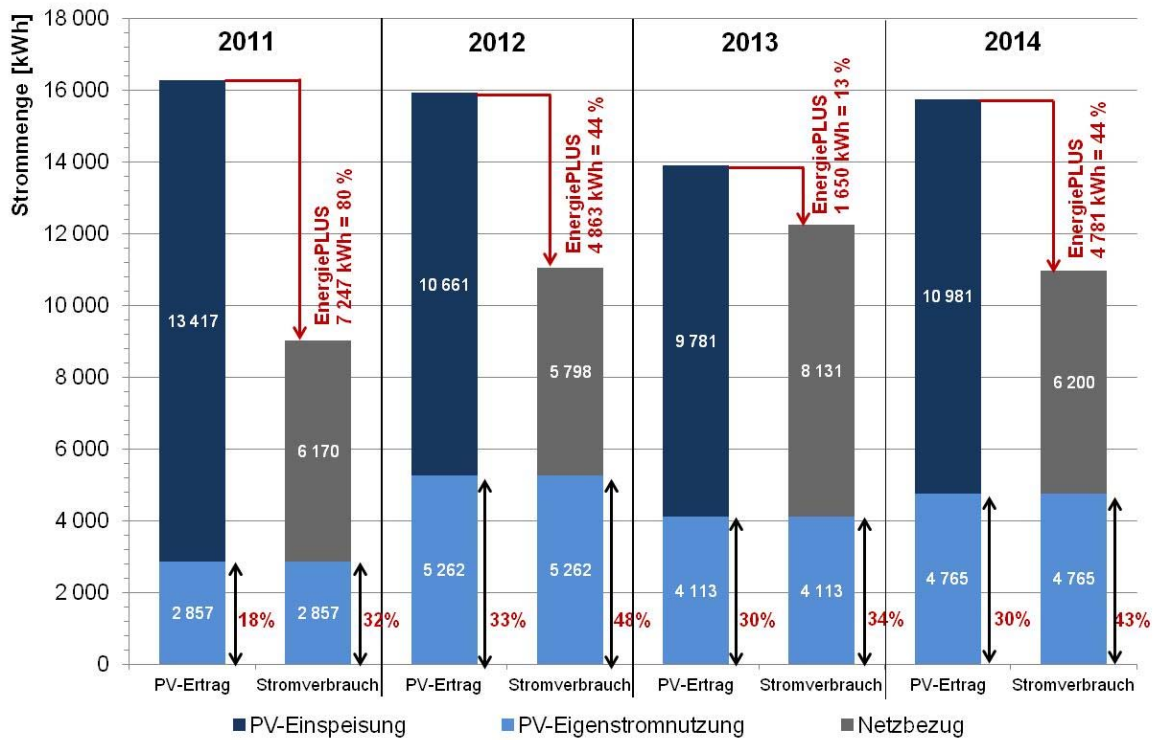


Abbildung 3: Jahresbilanz Endenergie und Eigenstromnutzungsanteile im Vergleich (2011 bis 2014)

Bilddateiname: Jahresbilanz_Strom.jpg

Simulation Kombination	Basis	Pufferspeichererweiterung							
		7 kWh	7 kWh	7 kWh	7 kWh	7 kWh	7 kWh	27 kWh	27 kWh
Gesamtstrombedarf	11.227 kWh	- 2,4 %	0 %	- 2,4 %	+ 1,3 %	+ 1,3 %	+ 4,5 %	+ 4,5 %	+ 4,5 %
PV-Eigennutzung	27 %	28 %	35 %	36 %	34 %	42 %	38 %	45 %	56 %
PV-Deckungsanteil	34 %	36 %	42 %	44 %	42 %	49 %	45 %	52 %	62 %
Netzbezug	7.408 kWh	- 5,2 %	- 11,6 %	- 16,8 %	- 11,1 %	- 15,4 %	- 13,1 %	- 23,5 %	- 40,2 %

Abbildung 4: Ergebnisse Systemsimulation Steigerung Eigenstromanteil - Jahresauswertung

Bilddateiname: Steigerung_Eigenstrom.jpg