

Hochschule München
Fakultät für Angewandte Naturwissenschaften und Mechatronik
Studiengang: *Mechatronik MEM*

Masterarbeit

*Potential einer Gebäudeenergiemanagement-Software
und gezielter Speicherüberhitzung zur
Betrieboptimierung*

*Potential of building energy management software
and controlled storage overheating for
Optimization of operation*

verfasst von: *Gregor Schlögl*
betreut von: *Prof. Dr.-Ing. Simon Schramm*

Bearbeitungsbeginn: *30.03.2023*

Abgabetermin: *29.09.2023*

Lfd. Nr.: *06018*

Kurzzusammenfassung

Die Bekämpfung des Klimawandels stellt eine der größten Herausforderung in der Geschichte der Menschheit dar. Um eine weitere Erderwärmung zu stoppen, muss die gesamte Energieversorgung in Zukunft nachhaltige und klimaneutral gestaltet werden. Die Dekarbonisierung des Gebäudesektors, in dem ein Großteil der gesamt benötigten Energie verbraucht wird, ist ein wichtiger Schritt in der Transformation zu einem klimaneutralen Deutschland bis 2045. In dieser Arbeit wird untersucht wie der Einsatz einer intelligenten Energiemanagement-Software, den Betrieb von Gebäudeenergieanlagen optimieren kann und wie dadurch auf wirtschaftliche Art CO₂-Emissionen vermieden werden können. Spezieller Fokus dieser Arbeit liegt auf der Anwendung der Speicherüberhitzung, bei der die Temperatur von Wärmespeichern in Gebäuden zu günstigen Zeiten über das benötigte Temperaturniveau angehoben wird, wodurch die Speicherkapazität auf Kosten von energetischer Effizienz temporär gesteigert werden kann.

Um das zu beantworten, wurde die folgende zentrale Forschungsfrage untersucht: „Welches Potential zur Betriebsoptimierung besteht durch den Einsatz einer Energiemanagement-Software und der dadurch gesteuerten kontrollierten Speicherüberhitzung von Wärmespeichern in Gebäuden?“. Für die Beantwortung dieser Frage wurden drei verschiedene Simulationsmodelle in einer Python Umgebung entwickelt, die in einer Jahressimulation drei verschiedene Betriebsweisen der Energieversorgung einer Gruppe von Mehrfamilienhäuser modellieren. Dabei handelt es sich um ein unoptimierten Betrieb, einen normal optimierten Betrieb durch die Energiemanagement-Software und einen optimierten Betrieb mit Energiemanagement-Software indem zusätzlich die Speicherüberhitzung genutzt wird.

In der Auswertung dieser Arbeit wurden zahlreiche verschiedene Anlagenkonfigurationen und verschiedene PV-Vergütungsmodelle untersucht. Im Fall der Mehrfamilienhausgruppe mit der geplanten Dimensionierung der Energieanlagen konnte gezeigt werden, dass die CO₂-Emissionen durch den Einsatz der Energiemanagement-Software ohne Speicherüberhitzung um ca. 10,5 % reduziert wurden und durch die Überhitzung um zusätzliche 8,3 %. Gleichzeitig konnten die Betriebskosten um ca. 10,0 % durch die Optimierung und um weitere 5,8 % durch die Überhitzung reduziert werden. Die Untersuchungen haben außerdem gezeigt, dass die Speicherüberhitzung besonders relevant ist, bei Gebäuden mit großen PV-Anlagen und gleichzeitig kleinen Wärmespeichervolumen.

Das Potential zur Betriebsoptimierung, das durch die Energiemanagement-Software erschlossen werden kann, beruht im Wesentlichen auf der Steigerung des PV-Eigenverbrauchs. Das konnte im Zuge von verschiedenen Auswertungen ebenfalls nachgewiesen werden. Bei dem Vergleich von Volleinspeisung und Überschusseinspeisung bei der PV-Vergütung wurde deutlich, dass die Überschusseinspeisung in fast allen der untersuchten Fällen die wirtschaftlich bessere Vergütungsform darstellte. In der Arbeit konnte außerdem gezeigt werden, dass die temporäre zusätzliche Speicherkapazität durch die Überhitzung etwa dem Nutzen einer kleiner Batterie entspricht und eine vergleichbare Reduktion der Betriebskosten erzielen kann.

Bei der Beurteilung des Optimierungspotentials von Energiemanagement-Software im Gebäudebereich gibt es auch weiterhin Bedarf für zukünftige Forschung. Speziell im Vordergrund stehen dabei Themen wie die Berücksichtigung von variablen Stromtarifen, die Flexibilisierung des Ladevorgangs von Elektroautos, sowie die thermische Aktivierung der Gebäudemasse zur Wärmespeicherung.

Abstract

Combating climate change is one of the greatest challenges in the history of mankind. To stop further global warming, the entire energy supply must be made sustainable and climate-neutral in the future. The decarbonization of the building sector, in which a large part of the total required energy is consumed, is an important step in the transformation to a climate-neutral Germany by 2045. In this thesis, it is investigated how the use of intelligent energy management software can optimize the operation of building energy systems and how CO₂ emissions can be avoided in an economical way. Special focus of this work is on the application of storage overheating, where the temperature of heat storage systems in buildings is raised above the required temperature level at favorable times, thus temporarily increasing the storage capacity at the expense of energy efficiency.

To answer this, the following key research question was investigated, "What is the potential for operational optimization through the use of energy management software and the controlled storage overheating of heat storage systems in buildings that it provides?" To answer this question, three different simulation models were developed in a Python environment, which model three different modes of operation of the energy supply of a group of multi-family houses in an annual simulation. These are an unoptimized operation, a normal optimized operation by the energy management software and an optimized operation with energy management software by additionally using the storage overheating.

In the evaluation of this work, many different system configurations and different PV compensation models were investigated. In the case of the group of multi-family houses with the planned dimensioning of the energy systems, it could be shown that the CO₂ emissions were reduced by approx. 10.5 % by using the energy management software without storage overheating and by an additional 8.3 % by overheating. At the same time, operating costs were reduced by approximately 10.0 % through optimization and by an additional 5.8 % through overheating. The investigations also showed that storage overheating is particularly relevant for buildings with large PV systems and small heat storage volumes at the same time.

The potential for operational optimization that can be tapped by the energy management software is essentially based on increasing PV self-consumption. This could also be proven during various evaluations. In the comparison of full feed-in and excess feed-in for PV remuneration, it became clear that excess feed-in was the economically better form of remuneration in almost all the cases investigated. The work also showed that the temporary additional storage capacity due to overheating is roughly equivalent to the benefit of a small battery and can achieve a comparable reduction in operating costs.

In assessing the optimization potential of energy management software in buildings, there continues to be a need for future research. In particular, the focus is on topics such as the consideration of variable electricity tariffs, the flexibilization of the charging process for electric cars, and the thermal activation of the building mass for heat storage.