

# Entwicklung vereinfachter Modelle thermischer Energiespeicher für Energiesystemoptimierungen

## Masterarbeit

**Beginn:** ab sofort

Chemieingenieurwesen/Verfahrenstechnik, Maschinenbau

## Hintergrund und Aufgaben

Mit dem zunehmenden Ausbau erneuerbarer Energien entstehen immer häufiger Ungleichgewichte zwischen Stromerzeugung und -verbrauch. Um diese Schwankungen auszugleichen, sind leistungsfähige Energiespeicherlösungen erforderlich. Eine vielversprechende Technologie ist die sogenannte Carnot-Batterie (Power-to-Heat-to-Power, PtHtP), bei der überschüssiger Strom in Wärme umgewandelt, gespeichert und bei Bedarf wieder in elektrische Energie rückverwandelt wird.

Zur Bewertung der Carnot-Batterie sowie zur Analyse ihrer Wettbewerbsfähigkeit gegenüber anderen Speichertechnologien werden Energiesystemoptimierungen durchgeführt. Um diese Optimierungsprobleme lösen zu können, werden die Thermischen Energiespeicher hierbei nur stark vereinfacht und linearisiert berücksichtigt.

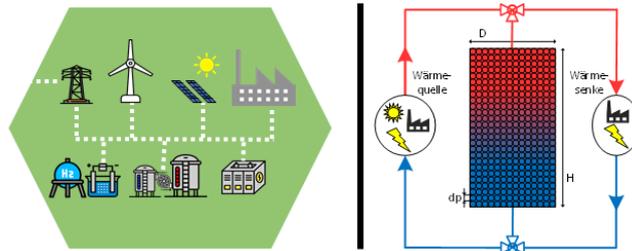


Abbildung 1: Schema einer Energiesystemoptimierung und Skizze eines Thermischen Energiespeichers

Ziel dieser Masterarbeit ist es, die Genauigkeit dieser vereinfachten Speichermodelle zu untersuchen und gezielt zu verbessern. Hierzu stehen ein detailliertes MATLAB-Modell eines Flüssigmetall-Wärmespeichers sowie ein Python-basiertes Energiesystemoptimierungstool zur Verfügung.

Konkret sind die Themenschwerpunkte in dieser Arbeit:

- Literaturrecherche zur Modellierung Thermischer Energiespeicher in Energiesystemmodellen
- Vergleich und Analyse bestehender vereinfachter Speichergleichungen mit dem detaillierten MATLAB-Modell anhand eines definierten Lastprofils
- Entwicklung von Verbesserungsansätzen zur realitätsnäheren Abbildung Thermischer Energiespeicher in Energiesystemmodellen
- Optional: Durchführung einer Energiesystemoptimierung mit dem am KALLA entwickelten Flüssigmetall-Wärmespeicher für einen beispielhaften Anwendungsfall

Vorkenntnisse in der Verwendung von MATLAB und Python sind nicht notwendig. Ein persönliches Gespräch zur Vorstellung der Thematik ist jederzeit möglich. Eine Bearbeitung der Aufgabenstellung ist nach Absprache im Home-Office möglich. Diese Masterarbeit wird in Kooperation mit dem Institut für Festkörperphysik der Leibniz Universität Hannover betreut.

**Eike Schmidt**

[Eike.Schmidt@kit.edu](mailto:Eike.Schmidt@kit.edu)

+49 721 608-23421

**Jonas Thomsen**

[thomsen@solar.uni-hannover.de](mailto:thomsen@solar.uni-hannover.de)

+49 511 762 19758

# Development of Simplified Models of Thermal Energy Storage for Energy System Optimization

## Master Thesis

**Start:** immediately

Chemical Engineering/Process Engineering, Mechanical Engineering

## Background and Tasks

With the increasing expansion of renewable energy sources, imbalances between electricity generation and consumption are occurring more frequently. To compensate for these fluctuations, powerful energy storage solutions are required. One promising technology is the so-called Carnot battery (Power-to-Heat-to-Power, PtHTP), in which excess electricity is converted into heat, stored, and then reconverted into electrical energy when needed.

To evaluate the Carnot battery and analyze its competitiveness compared to other storage technologies, energy system optimizations are carried out. In order to solve these optimization problems, thermal energy storage systems are currently only considered in a highly simplified and linearized manner.

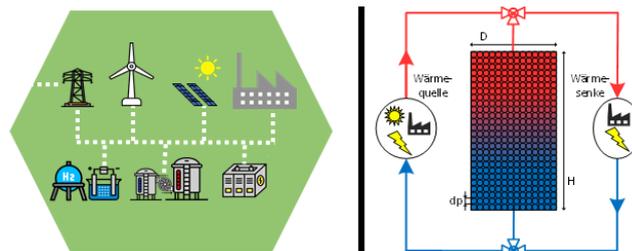


Figure 1: Schematic of an Energy System Optimization and Sketch of a Thermal Energy Storage System

The aim of this Master's thesis is to investigate the accuracy of these simplified storage models and to improve them in a targeted manner. For this purpose, a detailed MATLAB model of a liquid metal heat storage system and a Python-based energy system optimization tool are available.

The specific thematic focus areas of this thesis are:

- Literature review on the modeling of thermal energy storage systems in energy system models
- Comparison and analysis of existing simplified storage equations with the detailed MATLAB model using a defined load profile
- Development of approaches to improve the realistic representation of thermal energy storage systems in energy system models
- Optional: Execution of an energy system optimization using the liquid metal heat storage system developed at KALLA for an exemplary application case

Prior knowledge of MATLAB and Python is not required. A personal meeting to present the topic is possible at any time. The thesis can be completed remotely by arrangement. This Master's thesis is supervised in cooperation with the Institute of Solid State Physics at Leibniz University Hannover.