

Elektrisch beheizter thermischer Hochtemperatur-Energiespeichers zur Flexibilisierung von Mikrogasturbinen

Electrically heated high-temperature thermal energy storage system for flexibilization of micro gas turbines

V. Dreißigacker¹, P. Knödler¹

M. Henke², J. Zanger²

Deutsches Zentrum für Luft- u. Raumfahrt (DLR) – Pfaffenwaldring 38-40, D-70569 Stuttgart

¹ Institut für Technische Thermodynamik; ² Institut für Verbrennungstechnik

Die zunehmend aus erneuerbaren Quellen bereitgestellte Energieversorgung geht einher mit einem erhöhten und perspektivisch weiter steigenden Flexibilitätsbedarf für eine bedarfsgerechte Strom- und Wärmebereitstellung. Speichergestützte Strom-Wärme-Strom-Systeme zur kombinierten Bereitstellung von Strom und Wärme sind besonders geeignete Optionen für den Umbau des Energiesystems hin zu einer CO₂-armen Energieerzeugung. Durch ihren sektorübergreifenden Charakter erlauben diese Technologien elektrische Energie betriebsflexibel aufzunehmen, in Wärme zu konvertieren und bei Bedarf wieder elektrische und/oder thermische Energie abzugeben. Durch einen damit verbundenen hohen Energie-Nutzungsgrad lassen sich betriebswirtschaftliche Hürden bei einem schwankenden Bedarf senken und die Attraktivität derartiger Technologien erhöhen.

Neben großmaßstäblichen Ansätzen, wie beispielsweise adiabate Druckluft-, Wärmespeicher-Kraftwerke oder Carnot-Batterien, werden auch für dezentrale Anwendungsszenarien mit kleinerer Leistung Lösungen gesucht. Eine hierfür favorisierte Technologie im ca. 100-400 kW-Maßstab sind Mikrogasturbinen (MGT), die um ein elektrisch beheiztes Wärmespeicher-System erweitert werden. Durch ihren dezentralen Ansatz und Nachrüstbarkeit sowie durch die Integration von brennstoffflexiblen Verbrennungssystemen eröffnen sich große Marktpotentiale für gewerbliche Anwendungen sowie Anwendungen in Wohnquartieren. Eine erfolgreiche Entwicklung dieser Technologie – insbesondere der Elektroheizung in Kombination mit einem Wärmespeicher – und eine experimentelle Erprobung sind daher Schwerpunkte eines bis Ende 2025 laufenden DLR-internen Forschungsprojekts.

Zentrale Herausforderungen für die speichergestützte MGT umfassen hierbei (u.a.)

- Entwicklung einer induktiven Elektroheizung für Betriebstemperaturen über 1000 °C mit hoher Leistungsdichte und Wirkungsgrad zur Beladung des Feststoff-Wärmespeichers
- Ausarbeitung eines effizienten und kompakten Feststoff-Wärmespeichers zur Hochtemperatur-Wärmeversorgung der MGT während der Entladung
- Aufbau und experimentelle Untersuchung des elektrisch beheizten Wärmespeichers
- Gesamtsystemische Erprobung via virtueller Kopplung mit einem MGT-Prüfstand

Der Aufbau des Teststands zum elektrisch beheizten Feststoff-Wärmespeicher, dessen experimentelle Untersuchung und gesamtsystemische Erprobung sind Schwerpunkte der laufenden Arbeiten bis Ende 2025. Der Fokus des Beitrags umfasst daher Entwurfsstudien zum Feststoff-Wärmespeicher und zur induktiven Elektroheizung sowie erste experimentellen Ergebnisse zum Teilsystem des elektrisch beheizten Wärmespeichers. Zentrale konzeptionelle und simulative Ergebnisse werden vorgestellt und hinsichtlich Effizienz, Leistungs- und Speicherdichte bewertet. Mit erfolgreichem Abschluss des Forschungsprojekts lassen sich neben Aussagen zur Leistungsfähigkeit und zum gesamtsystemischen Wirkungsgrad auch Optimierungspotentiale für die weitere Systementwicklung identifizieren. Diese Erkenntnisse ermöglichen eine ganzheitliche Bewertung der Technologie und eine Einordnung zu Konkurrenztechnologien.