

## Sektorenübergreifender Hochtemperaturspeicher zum Ausgleich volatiler erneuerbarer Stromerzeugung (High-T-Stor)

In Zeiten hoher Stromerzeugung durch regenerative Energieanlagen und geringem Strombedarf kann das vorgestellte Speichersystem schnell und flexibel dem Stromnetz elektrische Leistung entziehen. Mittels eines elektrothermischen Verfahrens wird die elektrische Leistung in keramischem Festkörpermateriale eingespeichert. Zu Bedarfszeiten erfolgt die Entladung des Speichers durch eine Rückverstromungseinheit mit einem inversen Gasturbinenprozess, welcher eine zusätzliche Wärmeauskopplung ermöglicht.

Manuela Richter, B.Eng.

Sergej Herzog, M.Sc.

Thorben Meier, B.Eng.

Dipl. Ing. (FH)  
Torsten Ascher

Prof. Dr.-Ing.  
Stefan Lechner

### Power-to-Heat-Anlage

Die Einspeicherung der elektrischen Leistung in das Speichersystem erfolgt über eine Power-to-Heat-Anlage, welche aus elektrischen Widerstandsheizelementen und einem thermischen Speicher aus keramischem Festkörpermateriale besteht. Die Heizelemente wandeln elektrischen Strom direkt in joulesche Wärme, welche in sensibler Form im Festkörper gespeichert wird. Hauptmechanismus der Wärmeübertragung ist hierbei die Wärmestrahlung.

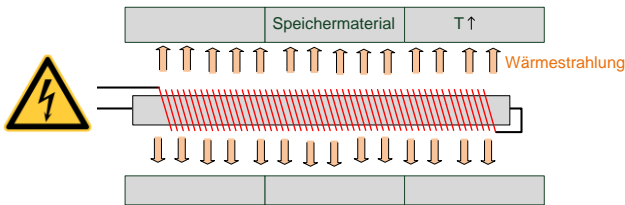


Abbildung 1: Prinzip der Beladung

Kennzeichen der Einspeicherung und Speicherung ist das hohe Temperaturniveau von bis zu 1200°C, welches ein hohes Exergieniveau zur Folge hat. Das verwendete elektrothermische Verfahren benötigt keinen Zwischenkreislauf für die Erwärmung des Speichermaterials und ist zudem sowohl schnell wie auch kostengünstig. Aufgrund der inversen Prozessführung der Rückverstromung wird der Speicher bei Umgebungsdruck betrieben und somit entfallen die Kosten und der Aufwand für die Konstruktion und den Betrieb eines Druckbehälters bei sehr hohen Temperaturen.

### Rückverstromung

Die Wandlung der eingespeicherten thermischen Energie in Strom erfolgt mittels eines inversen Joule-Brayton-Prozesses, da dies den oben erwähnten drucklosen Betrieb des Speichers ermöglicht. Charakteristikum dieser Betriebsführung ist der zwischen Turbine und Verdichter herrschende Unterdruck. Als Arbeitsmedium im Prozess dient Luft, diese wird zunächst in einem Rekuperator vorgewärmt, durch Konvektion im Speicher erwärmt und tritt anschließend in die Turbine ein. Zwischen Turbine und Verdichter erfolgt eine Auskopplung von Wärme, welche einem

Fernwärmenetz zugeführt werden kann. Da sowohl Strom als auch Wärme bereitgestellt werden, erfolgt die Ausspeicherung in zwei Sektoren.

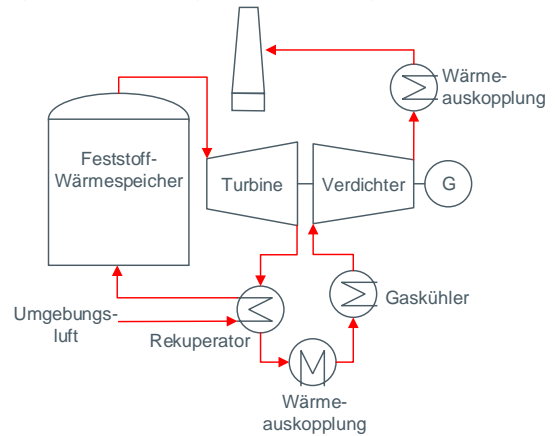


Abbildung 2: Funktionsschema

### Demonstrationsanlage

Im Zuge des bewilligten Forschungsprojektes wird zur Zeit eine Demonstrationsanlage aufgebaut. Diese soll den Funktionsnachweis des Konzeptes erbringen sowie die theoretisch ermittelten Prozessparameter validieren. Der geplante thermische Speicher soll über 18t an wärmespeichernden keramischen Materialien enthalten und eine nutzbare Speicherkapazität von über 1,5MWh besitzen. Die wärmespeichernden Materialien sollen durch gleichmäßig verteilte elektrische Heizelemente mit einer installierten Gesamtleistung von über 300kW während der Beladephase auf eine Temperatur von über 1000°C gebracht werden. Während der Entladungsphase, die um ein vielfaches länger andauert als die Beladephase, soll der Generator an der Turbine rund 62kW an elektrischer Leistung bereitstellen. Die ausgekoppelte Wärmeleistung würde etwa 36kW betragen. Der motorangetriebene Verdichter benötigt hierzu eine Leistung von 46kW. Die bisherigen Leistungsdaten sind auch der Verwendung nicht-individualisierter Turbomaschinen geschuldet.

Das Speichersystem erreicht theoretische Rückverstromungswirkungsgrade (Strom-zu-Strom) von 20% bis 48%. Unter Einbezug der Wärmeauskopplung lassen sich Gesamtwirkungsgrade des Systems von 55% bis 78% erzielen.

### Kontakt

Sergej Herzog  
sergej.herzog@me.thm.de  
0641/ 309 2185  
Technische Hochschule Mittelhessen  
Fachbereich Maschinenbau und Energietechnik