



Power-to-Heat-to-Power (PtHtP)

Effizienzsteigerungen durch Flexibilisierung konventioneller Kraftwerke

Technologie und Anwendungen

Zwei Drittel des Energieverbrauchs im Industriebereich werden zur Erzeugung von Prozesswärme (Heißwasser oder Prozessdampf) benötigt. Gleichzeitig wird Abwärme in der Größenordnung von jährlich etwa 445 TWh erzeugt. Oft handelt es sich um Abwärme auf einem so niedrigen Temperaturniveau, dass eine weitere Nutzung nicht sinnvoll ist. Wenn Abwärme aber nutzbar gemacht werden kann, dann lässt sich deutlich Primärenergie einsparen. Die Speicherung mittels Hochtemperatur-Wärmepumpen und einer zeitversetzten Erzeugung von CO₂-armem Prozessdampf leistet einen wirksamen Beitrag zur Flexibilisierung der Energieerzeugung und gleichzeitig zur Sektorenkopplung. Durch den Einsatz von Hochtemperatur-Wärmepumpen lässt sich damit Primärenergie in der Größenordnung von bis zu 25% einsparen. Zusätzlich kann fluktuierende elektrische Energie aus erneuerbaren Energiequellen oder elektrische Energie, die beispielsweise an einem Industriestandort überschüssig erzeugt wird, aber deren Einspeisung in das elektrische Stromnetz aus wirtschaftlichen Gründen wenig attraktiv erscheint, zur Erzeugung von Prozesswärme eingesetzt werden.

Die thermische Energie kann dann Stunden, Tage oder Wochen im thermischen Speicher gelagert und zeitversetzt in den thermodynamischen Kreislauf von konventionellen Kraftwerken zurückgegeben werden. Es besteht damit das Potential, konventionelle Kraftwerke zu „Stromspeichern“ zu wandeln und damit die Investitionskosten des Speicherkraftwerks durch Nutzung des Bestands zu senken.¹

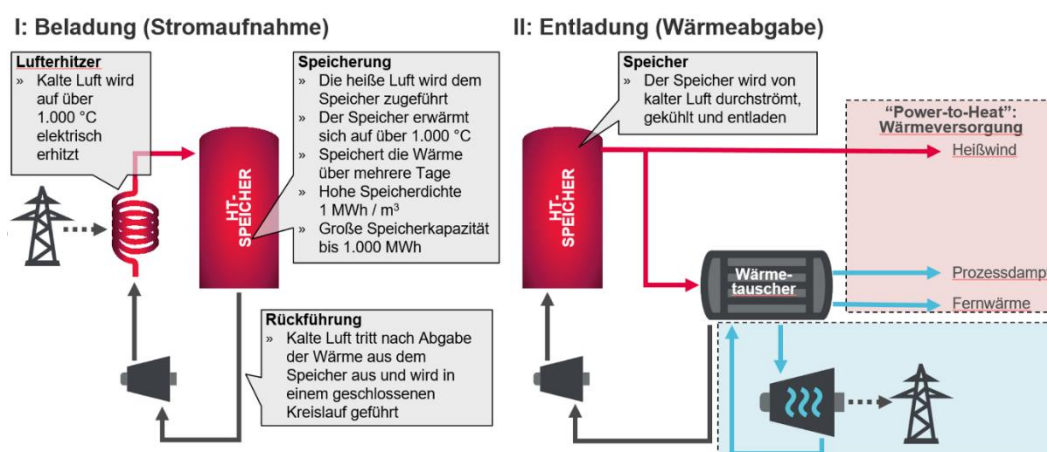


Abbildung: Beispiel für ein Power-to-Heat-to-Power - Konzept mit kommerziell verfügbaren thermischen Kraftwerkskomponenten

¹ Grundsätzlich sind verschiedene Technologien zur thermischen Speicherung im Hochtemperaturbereich bekannt. Diese nutzen unterschiedliche Prinzipien: sensible Speicherung in Feststoffen und Flüssigkeiten, sowie Latentwärme- und thermochemische Speicherung. Kommerziell verfügbar sind derzeit sensible Feststoffspeicher (Regeneratoren) und sensible Flüssigspeicher (Druckwasser, Flüssigsalzspeicher). In der Forschung und Entwicklung befinden sich Strom-Wärme-Strom-Speichersysteme, die einen Wärmepumpenprozess anstatt eines Elektroheizers nutzen. Der Einsatz von Wärmepumpenprozessen bietet das Potential, den Strom-zu-Strom-Wirkungsgrad zukünftig erheblich zu steigern.



Ein wesentlicher Vorteil an dieser Entwicklung ist, dass nicht nur Kurzfristbereiche, wie die Primärreserve, sondern auch längere Flexibilitätsbereiche adressiert werden können. Power-to-Heat-to-Power-Speichersysteme bieten somit großes Potential, die Lücke zwischen Batterien und Power-to-Gas Anlagen zu schließen.

Auch im aktuellen Koalitionsvertrag ist dieses große Potential erkannt: „Wir werden prüfen, inwieweit zukünftig nicht mehr benötigte Kraftwerksstandorte für große thermische Speicher-Kraftwerke genutzt werden können“ (vgl. Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD, 19. Legislaturperiode, Zeilen 3321-3322)

Senkung von CO₂-Emissionen

Das beschriebene Anwendungsbeispiel führt in zweierlei Hinsicht zu CO₂-Einsparungen. Für ein Speichervolumen von 1 GWh bringt die Einspeicherung erneuerbarer Quellen und Rückverstromung mit Nutzwärmeerzeugung eine CO₂ Einsparung von bis zu 65.000t mit sich. Die wirkungsgradsteigernden Effekte im Hinblick auf die Reduzierung der Kraftwerksanfahrten und Optimierung der Teillastfahrweise ergeben weiterhin eine CO₂-Einsparung von etwa 10.000t.

Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit von kraftwerksnahen Hochtemperatur-Wärmespeichern speist sich derzeit aus zahlreichen internen betriebswirtschaftlichen Parametern im Kraftwerksbereich wie Verschleißminderung, Ersatz von Zündbrennstoffen, Beschleunigung der Anfahrflanken etc. Diese Parameter sind hochspezifisch für jedes Kraftwerk.

Die Investitionskosten von Hochtemperatur-Wärmespeichern liegen bei 20 bis 150 EUR/kWhth und sind bis zu einigen 1000 MWh skalierbar. Beispielsweise wurden Flüssigsalzspeicher in solarthermischen Kraftwerken mit einer Kapazität von über 4000 MWhth realisiert (Solana, USA).

Auch in diesem Beispiel steht der Wirtschaftlichkeit zusätzlich der aktuelle Energierechtsrahmen entgegen (siehe Kapitel 3 „Handlungsbedarf und Handlungsoptionen“).