

EIN INNOVATIVES, ELEKTRISCH UND THERMISCH GEKOPPELTES ENERGIESPEICHERSYSTEM

Franz Georg PIKL¹, Wolfgang RICHTER¹, Gerald ZENZ¹

Einleitung

Der voranschreitende Wandel des Energiesystems mit der vorzugsweisen Nutzung von Wind, Sonne und Wasser stellt große Herausforderungen für eine nachhaltige und versorgungssichere Energiezukunft dar. Das entscheidende Bindeglied zwischen fluktuierenden Erzeugungstechnologien und der anthropogenen Energienachfrage sind in allen Energiesektoren flexible Speichertechnologien, mit denen erst erneuerbare Energieressourcen effizient genutzt werden können. Der natürliche Energieträger Wasser eignet sich nicht nur in bewährten Pumpspeicherkraftwerken für die effiziente elektrische, sondern auch in großtechnischen Wasserspeichern für die effektive und langfristige thermische Energiespeicherung.

Eine technische und energiewirtschaftliche Machbarkeitsstudie befasst sich mit der Vereinigung dieser etablierten und zuverlässigen elektrischen und thermischen Energiespeichertechnologien durch die energetische Doppelnutzung des Wassers in einem Kraftwerkssystem. Mit diesem hydraulisch kombinierten Energiespeicher werden nicht nur Ressourcen durch Synergieeffekte bei minimalem Platzbedarf energiewirtschaftlich sehr effizient genutzt, sondern die hybride energetische Wassernutzung führt auch zu beachtlicher Steigerung der Wirtschaftlichkeit und Rentabilität gegenüber der separaten Umsetzung von Pump- und Wärmespeichern. Nicht zuletzt könnte mit diesem entwickelten ökologischen 2-in-1 „Wasserakku“ unter Berücksichtigung der zunehmenden Elektromobilität ein Großteil unseres Energiebedarfs bedarfsgerecht bedient werden.

Kraftwerkskonzept

Die zentrale Innovation dieses Projekts ist ein modifiziertes Heißwasser-Pumpspeicherkraftwerk mit geschlossenem Wasserkreislauf, wie in Abbildung 1 illustriert ist. Für die anberaumte Fernwärmeenergieversorgung von urbanen Gebieten und Städten ist die vollkommen unterirdische und somit topographieunabhängige Errichtung dieser hybriden Kraftwerksanlage zweckmäßig. Nicht zuletzt bieten gegenüber dem Gebirge nicht wärmgedämmte Heißwasser Speicherkavernen im Fels beste Voraussetzungen für die saisonale thermische Energiespeicherung.

Die vornehmlich aus Solarthermie, Industrieabwärme oder Power-to-Heat gewonnene thermische Energie wird dem Wasserkörper des Pumpspeicherkraftwerks über Wärmetauscher zugeführt. Um den unabhängigen Betrieb des Pumpspeicherkraftwerks von saisonal hohen und schwankenden Wassertemperaturen zu gewährleisten, sind Anpassungen der baulichen und maschinellen Komponenten erforderlich. Zur Sicherstellung eines gegenüber der Umwelt vollkommen geschlossenen Systems unter gleichzeitiger Minimierung thermischer Energieverluste, aber auch um gleichbleibende Rahmenbedingungen für den Kraftwerksbetrieb zu schaffen, bilden neben dem Wasserkreislauf auch die Lufträume der Speicherkavernen einen geschlossenen, über einen Luftdruckausgleichsschacht herbeigeführten Kreislauf.

Eine Weiterentwicklung der ursprünglichen Projektidee stellt die sogenannte luftdruckunterstützte Ausführungsvariante dar. Gerade wenn es nicht möglich ist, tiefliegende Speicher zu errichten, kann mit der Luftdruckaufbringung im Luftraum der oberen Speicherkaverne die Potentialdifferenz erhöht werden, ohne diese über einen großen topographischen Höhenunterschied herstellen zu müssen. Außerdem kann das innovative Speichersystem mit einer tiefengeothermischen Energienutzung kombiniert werden, um eine wind- und wetterunabhängige thermische Energiequelle zur Verfügung stellen zu können. Die dazu erforderliche Bohrung kann äußerst wirtschaftlich von den tiefliegenden Speicherkavernen abgeteuft werden.

¹ Technische Universität Graz, Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, Stremayrgasse 10/II, 8010 Graz, Tel.: +43 316 873-6268, franz.pikl@tugraz.at, www.hydro.tugraz.at

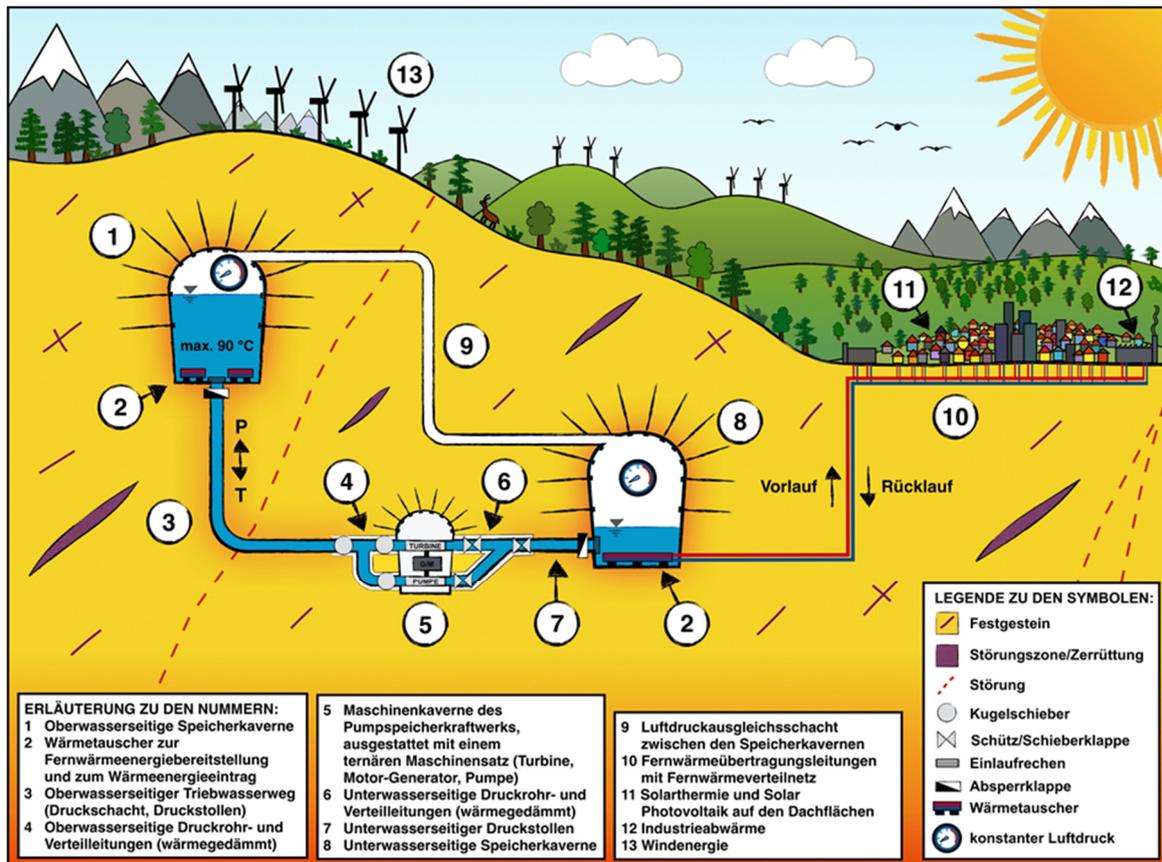


Abbildung 1: Übersicht des vereinten elektrischen und thermischen Wasserakkus

Schlussfolgerungen

Das entwickelte, innovative Speicherkonzept koppelt nicht nur Energiesektoren, sondern vereint auch mehrere erneuerbare Energieerzeugungstechnologien für die bedarfsabhängige elektrische und thermische Energieversorgung. Durch die energetische Zusammenführung wird der Energieumsatz gegenüber der getrennten Ausführung von Pump- und Wärmespeichern deutlich gesteigert. Bei vergleichsweise geringem zusätzlichem Energieaufwand für die Errichtung und den Betrieb gegenüber der alleinigen Errichtung von konventionellen Pumpspeicherkraftwerken wird der energetische Erntefaktor mit der kombinierten energetischen Nutzung des Wassers, der folglich erheblich erhöhten Energiedichte bei gleichbleibendem Platzbedarf, um ein Vielfaches vergrößert und in weiterer Folge die energetische Amortisationszeit deutlich reduziert. In gleicher Weise werden die Wirtschaftlichkeit und Rentabilität gesteigert, nachdem sowohl Erlöse aus dem Pumpspeicherkraftwerksbetrieb als auch durch die Wärmeenergiebereitstellung lukriert werden.

Die forcierte unterirdische Errichtung erlaubt nicht nur die flexible Standortwahl in Stadtnähe, sondern erleichtert Bewilligungsverfahren und die Umweltverträglichkeit. Denn neben emissionslosem Betrieb, wird weder in den Wasserhaushalt natürlicher Gewässer eingegriffen, noch werden bioproduktive Flächen versiegelt oder das Landschaftsbild beeinträchtigt. Schlussendlich soll damit auch die gesellschaftliche Akzeptanz und Bewusstsein für eine nachhaltige erneuerbare Energieversorgung verbessert werden.

Adaptierungen von baulichen und maschinellen Bestandteilen, ein durchdachtes Kraftwerkskonzept und verschiedene Erweiterungsmöglichkeiten erlauben die Realisierung eines wirtschaftlichen, energetisch sehr effizienten, ressourcenschonenden und vor allem langlebigen innovativen Kraftwerkskonzepts. Zusammen mit netzgebundener Energieinfrastruktur können zehntausende Haushalte, große Industriebetriebe und kommunale Anlagen bedarfsabhängig mit elektrischer und thermischer Energie versorgt werden. Der klimafreundliche Energiespeicher soll die großtechnische, erneuerbare Energieversorgung von urbanen Gebieten und Städten zukunftsweisend revolutionieren.