

# Hochtemperaturwärmespeicher SandTES

Für mehrere hundert MWh

Um den Energieverbrauch in der industriellen Produktion sowie im Energiesektor zu senken und die Energieeffizienz zu erhöhen, verabschiedeten die Regierungen vieler Staaten entsprechende Gesetze. Damit soll vor allem die Verwertung von Abwärme sowie die Entwicklung und Nutzung des erneuerbaren Energiepotentials intensiviert werden. Dies führt zu einer langfristigen Transformation des gesamten Energiemarktes dieser Länder. So hat z.B. der Anteil der Erneuerbaren im Primärenergieverbrauch Deutschlands von 1.3 % im Jahr 1990 auf 11.7 % im Jahr 2013 zugenommen. Dieser Trend soll längerfristig auf 100 % Anteil verstärkt werden.

Bei der Stromversorgung hat der steigende Anteil der Erneuerbaren zur Konsequenz, dass konventionelle Kraftwerke sehr flexibel und oft mit ihrer jeweiligen Mindestlast betrieben werden müssen. Letztere müssen in Zukunft noch weiter abgesenkt werden. Gleichzeitig wird die gesamte Energiebereitstellung durch die Zunahme der Erneuerbaren immer volatiler. Unter diesen Rahmenbedingungen müssen die erneuerbaren Energieressourcen, welche zur Bereitstellung von Elektrizität genutzt werden, ins bestehende elektrische Netz integriert werden. Verglichen mit den konventionellen Kraftwerken sind die Erneuerbaren von sehr unterschiedlicher Größenordnung und Verfügbarkeit. Dies führt zu großen Herausforderungen bei ihrer Integration ins Energienetz.

Gleichzeitig wird durch die erhöhte Bereitstellung von elektrischem Strom durch die Erneuerbaren die betriebswirtschaftliche Rentabilität von thermischen Kraftwerken reduziert. Um alle technischen Erfordernisse für ein stabiles Netz und eine stabile Energiebereitstellung in Zukunft erfüllen zu können, ist es sinnvoll, überschüssige elektrische Energie, aber auch Wärme zu speichern.

## Ziel

Um überschüssige Energie, sei es in Form von elektrischem Strom oder Wärme, aus kraftwerkstechnischen oder industriellen Prozessen effizient, skalierbar und kostengünstig speichern zu können, ist ein hohes Temperaturniveau anzustreben. Dafür war eine neue Speichertechnologie zu entwickeln.



SandTES-Pilotanlage an der TU Wien

Diese angestrebte Technologie sollte auf der Seite des Speichermaterials möglichst nahe am Umgebungsdruck arbeiten, um die Wandstärken der benötigten Bauteile zu minimieren. Eine weitere Anforderung war, dass das eingesetzte Speichermaterial in der Natur reichlich vorkommen sollte. Damit sollte, neben den ökonomischen Aspekten, eine technisch einfache sowie für Mensch und Umwelt ungefährliche Handhabung gewährleistet sein.

Um den Speicher möglichst universell einsetzen zu können, sollte dieser einen schnellen Wechsel zwischen Be- und Entladezyklus erlauben sowie sehr flexibel in Bezug auf das eingesetzte Medium zur Wärmeübertragung sein.

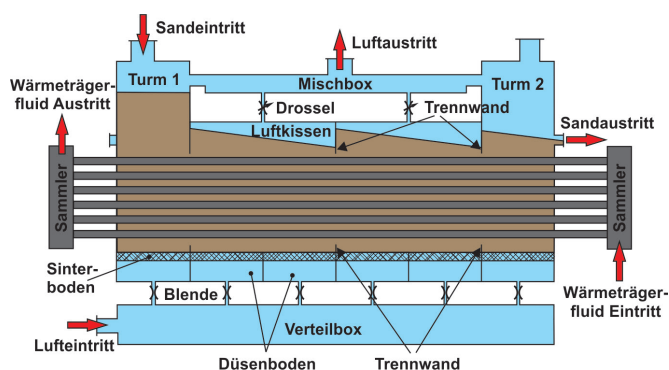
## Lösung

Um das technische Risiko, welches mit der Entwicklung einer neuen Technologie immer einher geht, zu minimieren wurde ein Ansatz gewählt, der auf bereits bewährten technischen Lösungen beruht. Es wurde die Wirbelschichttechnologie mit dem Prinzip eines Gegenstromwärmeübertragers kombiniert. Letzterer bietet die maximale mittlere Temperaturdifferenz für die Wärmeübertragung zwischen dem Wärmeträgermedium und dem Bettmaterial der Wirbelschicht, das gleichzeitig als Speichermaterial dient. Dies führt zur Reduzierung der für den Wärmeaustausch notwendigen Heizfläche und somit zu verringerten Kosten.

Der Transport der viskosen Speichermaterial-suspension durch den Wärmeübertrager erfolgt ohne bewegliche Komponenten. Mit Hilfe eines Wirbelbettes wird eine Druckdifferenz zwischen dem Ein- und Austritt des Speichermaterials aus dem Wärmeübertrager aufgebracht, die der Differenz der jeweiligen Speichermaterialhöhen entspricht. Um die Bauhöhe des Wärmeübertragers konstant halten zu können, wurde ein neues Verfahren, das sogenannte Luftkissenprinzip, entwickelt.

## Ergebnisse

Der an der TU Wien entwickelte SandTES-Wärmeübertrager verwendet als Speichermaterial Sand, Korund oder Asche – daher der Name „Sand Thermal Energy Storage“, kurz SandTES. Mit richtiger Wahl der Körnung (i.d.R. 50 bis 100 µm) kann das Wirbelbett knapp an der minimalen Fluidisierungsgeschwindigkeit betrieben werden. Die für den Betrieb des Wärmeübertragers notwendigen Hilfsenergien, wie z.B. für das Gebläse, lassen sich so minimieren.



Prinzipskizze des SandTES-Wärmeübertragers

Die technische Realisierung der SandTES-Technologie erfolgte in einer semi-industriellen Pilotanlage am Laborstandort des Instituts.

In einer Vielzahl von Testläufen wurde u.a. das dynamische Verhalten der Gesamtanlage unter verschiedenen Lastfällen untersucht. Von großem Interesse war u.a. die Zeitspanne, welche für eine Umkehrung der Strömungsrichtung des Speichermaterials im Wärmeübertrager benötigt wird. Diese gibt Auskunft über die Dynamik der Gesamtanlage.

Die Strömungsrichtung des Speichermaterials im Wärmeübertrager der Laboranlage kann innerhalb von ca. 120 s umgedreht werden. Somit ist SandTES für Anwendungen einsetzbar, in denen ein rascher Wechsel zwischen dem Ein- und Ausspeichervorgang bzw. umgekehrt gefordert ist.

Durch hohe Flexibilität in Bezug auf Speicherleistung, Speicherkapazität und Temperaturniveau bei Wärme-ein- und -ausspeicherung kann SandTES sehr präzise an die jeweiligen Prozessanforderungen angepasst werden.

## Ihre Vorteile

- nur ein Wärmetauscher zur Ein- und Ausspeicherung der thermischen Energie notwendig
- Einsatz für Temperaturen bis zu ca. 800 °C – abhängig vom verwendeten Speichermaterial
- leicht skalier- und voll integrierbar in thermische Kraftwerke sowie industrielle Produktion
- Patentschutz verfügbar
- hohe Reversibilität und kurze Reaktionszeit zwischen Ein- und Ausspeicherung der Wärmeenergie
- kostengünstige und umweltfreundliche Speichermaterialien
- eine hohe Reversibilität zwischen Ein- und Ausspeicherung der thermischen Energie
- Wärmeleistung entkoppelt von Speicherkapazität
- hohe Energiedichte
- Speicherkapazitäten bis mehrere hundert MWh

## Kontakt

Dr. Markus Haider  
 TU Wien – Institut für Energietechnik und  
 Thermodynamik  
 www.iet.tuwien.ac.at  
 +43 1 58801 302301  
 markus.haider@tuwien.ac.at