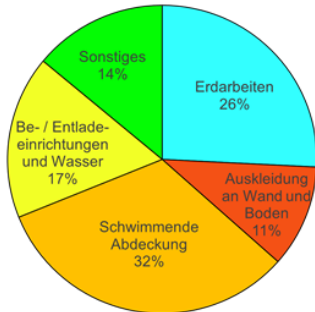


Kosten und Wirtschaftlichkeit

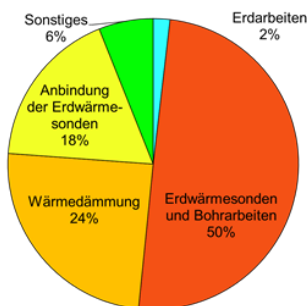
Faktenblatt 8: Wärmespeicher in thermischen Netzen



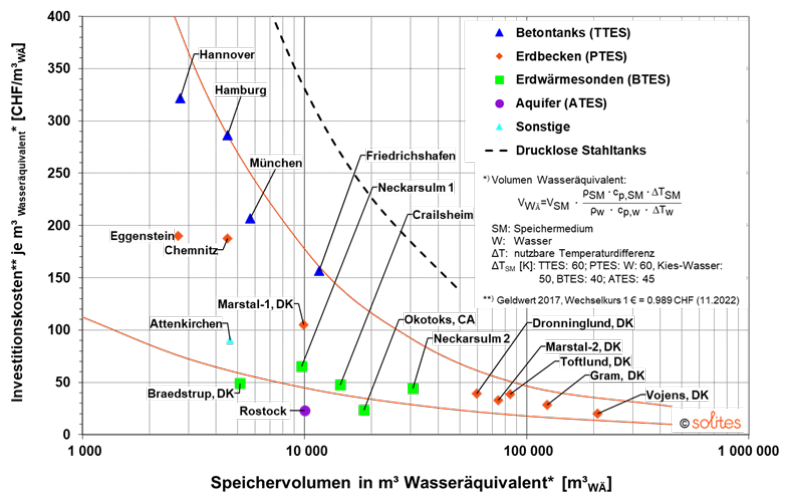
Berechnete Kostenaufteilung für einen Erdbecken-Wärmespeicher mit 100'000 m³ Wasservolumen in Deutschland [Sveinbjörnsson et al., 2020]

Baukosten von Wärmespeichern variieren in einem sehr grossen Bereich, abhängig von der Speichergrösse, der Speicherbauart und den örtlichen Gegebenheiten am Speicherstandort. Die nachfolgende Grafik zeigt die Investitionskosten verschiedener realisierter grosser Untergrund-Wärmespeicher. Zum Vergleich ist auch eine Trendlinie für drucklose oberirdische Stahltanks dargestellt (schwarz gestrichelt). Zu erkennen ist eine starke Abnahme der Investitionskosten mit der Grösse der Speicher. Darüber hinaus ist auch ein starker Kostenunterschied für unterschiedliche Speicherbauarten zu erkennen. So können z.B. Erdsonden-, Aquifer- und Erdbecken-Wärmespeicher deutlich kostengünstiger realisiert werden als oberirdische Stahlspeicher. Allerdings ist bei dem Kostenvergleich einerseits zu berücksichtigen, dass manche Speicherbauarten sehr spezifische Anforderungen an die Untergrundbedingungen am Standort stellen und damit nicht überall realisiert werden können. Andererseits unterscheiden sich die Speicherbauarten auch hinsichtlich ihrer thermischen Leistungsfähigkeit in Bezug auf z.B. Wärmekapazität, Wärmeverluste und mögliche Be- und Entladeleistungen und können dadurch auch unterschiedlich grosse Nutzen für ein Energiesystem bringen.

Die Grafiken links zeigen exemplarische Kostenaufteilungen für zwei unterschiedliche Speicherbauarten. Lokale Gegebenheiten können die Kosten einzelner Posten stark beeinflussen, so dass für spezifische Projekte auch deutlich unterschiedliche Aufteilungen möglich sind.



Kostenaufteilung für den Erdsonden-Wärmespeicher mit 37'500 m³ Erdreichvolumen in Crailsheim (DE)



Investitionskosten von grossen realisierten Wärmespeichern (nur Speicherbauwerke ohne Anbindungsleitungen und Anlagentechnik, ohne Planungskosten und MwSt.) und Kostenkurve für oberirdische, drucklose Stahltanks nach [Christidis A. und Tsatsaronis G., 2011], Volumenangaben in m³ Wasseräquivalent um Speicher mit unterschiedlichen Speichermedien miteinander vergleichen zu können.

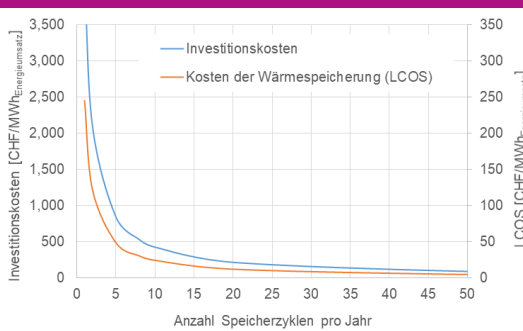
Investitionskosten insbesondere von grossen Speichern sind oft hoch, Betriebs- und Wartungskosten dafür meist sehr gering. Dadurch liegen Amortisationszeiten häufig bei nur wenigen Jahren.

Die Kosten der Wärmespeicherung (oder die Kosten der ausgespeicherten Wärme) sind abhängig von den Investitionskosten, den Kosten für die eingespeicherte Energie, dem Nutzungsgrad der Wärmespeicherung und insbesondere dem Energieumsatz in einem bestimmten Zeitraum, d.h. wie 'häufig' der Wärmespeicher genutzt wird. Als Mass für die Nutzung eines Wärmespeichers wird häufig die Jahres-Speicher-Zykluszahl N_{Zyk} herangezogen die beschreibt, wie häufig im Jahr die Wärmekapazität des Wärmespeichers Be- und Entladen wird:

$$N_{Zyk} = Q_{TES,out} / Q_{TES}$$

$Q_{TES,out}$: jährlich ausgespeicherte Wärme,
 Q_{TES} : Wärmekapazität des Wärmespeichers, siehe auch Faktenblatt 7).

Das nachfolgende Bild zeigt die Abhängigkeit der notwendigen Investitionskosten bezogen auf den jährlichen Energieumsatz und die Kosten der Wärmespeicherung als Funktionen der Anzahl der jährlichen Speicherzyklen.



Beispielberechnung zur Wirtschaftlichkeit von grossen Wärmespeichern (Annahmen: oberirdischer Stahltank mit 50'000 m³, Investitionskosten 6 Mio. Euro, nutzbare Temperaturdifferenz 30 K, Abschreibungsdauer 20 Jahre, jährliche Betriebs- und Wartungskosten 1% der Anfangsinvestition, Zinssatz 2%, keine Kosten für eingespeicherte Wärme und keine Wärmeverluste berücksichtigt, LCOS: levelised cost of storage).

Wirtschaftlichkeit

Generell ist ein Speicher eine passive Komponente, die selbst keine Wärme erzeugt. Der Speichernutzen im System ist daher von den ein- und ausgespeicherten Wärmemengen und deren Temperaturen und Nutzen für das individuelle Wärmeversorgungssystem abhängig. Mögliche Anwendungen und Vorteile eines Wärmespeichers in einem Energiesystem sind:

- Einbindung zusätzlicher Energiemengen, deren Verfügbarkeit zeitgebunden ist und sich nicht nach dem Bedarf richtet (Abwärme, Solarthermie, Geothermie, Power-to-Heat etc.)
- Reduzierung von Erzeugergrössen und –redundanzen bzw. Ersatz von Erzeugern
- Verbesserung von Erzeugereffizienzen (Biomassekessel, KWK) durch konstanten Betrieb
- Vermeidung von Ab- und Anfahrvorgängen von Erzeugern (Optimierung der Taktzyklen)
- Vereinfachung / Überbrückung von Erzeuger-Wartungszyklen
- Überwindung von Transportengpässen im Wärmenetz
- Erhöhung der Versorgungssicherheit
- Erhöhung des Autarkiegrades
- Unabhängigkeit von Kostenrisiken anderer Wärmeerzeuger (z.B. Brennstoffkosten)
- Verbesserung der ökologischen Bedingungen (CO₂-Einsparung, Erhöhung EE-Anteile etc.)
- Ggf. Vorteile aus gesetzlichen Regelungen für das Erreichen von Mindestanteilen bestimmter Erzeuger o.ä.
- Imagegewinn z.B. durch Reduzierung fossiler Brennstoffe

Einige der hier aufgelisteten Punkte lassen sich in einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung nur schwer beziffern.

Fördersituation Schweiz

Derzeit gibt es in der Schweiz keine allgemeine direkte Förderung von Wärmespeichern für thermische Netze. Laut Bundesamt für Energie (BFE) ist aber für Pilot- und Demonstrationsprojekte eine Individualförderung für saisonale Wärmespeicher möglich (siehe [BFE-Faktenblatt Wärmespeicherung](#)).

Relevante Quellen / weiterführende Informationen

- Christidis A. und Tsatsaronis G.: Das ökonomische Potential von Wärmespeichern bei Heizkraftwerken im heutigen Strommarkt, TU Berlin, VDI-Bericht Nr. 2157, 2011
- Haller M., Ruesch F.: Saisonale Wärmespeicher – Stand der Technik und Ausblick, Fokusstudie im Auftrag des Forums Energiespeicher Schweiz, Institut für Solartechnik SPF, OST-Ostschweizer Fachhochschule Campus Rapperswil, 2019
- Sveinbjörnsson D., From, N., Sørensen P.A., Schmidt T., Klöck, M., Pauschinger T.: Pit Thermal Energy Storage for Smart District Heating and Cooling - Technical Report, [IEA DHC Annex XII Report](#), 2020

Kontakt

Florian Ruesch
 OST – Ostschweizer Fachhochschule,
 Campus Rapperswil-Jona
 Oberseestrasse 10, 8640 Rapperswil
 +41 058 257 48 31, florian.ruesch@ost.ch