

Erdbecken - Wärmespeicher

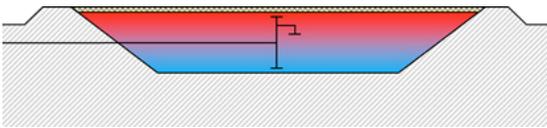
Faktenblatt 4: Wärmespeicher in thermischen Netzen

Dauer der Speicherung

Tage

Wochen

Monate



Schematische Darstellung eines Erdbecken - Wärmespeichers



Bau des Erdbecken - Wärmespeichers in Dronninglund (DK, 60'000 m³)



Der Erdbecken - Wärmespeicher in Dronninglund im Endzustand (Stand 2020)

Technologie

Bei einem Erdbecken-Wärmespeicher wird eine mit einer Kunststoffdichtungsbahn ausgekleidete Grube befüllt und mit einer wärmege- dämmten Abdeckung geschlossen. Bei sehr grossen Speichern kann aufgrund des günstigeren Oberflächen-zu-Volumen Verhältnisses häufig auf eine Wärmedämmung von Boden und Seitenwänden verzichtet werden. Kleinere Erdbeckenspeicher werden zum Teil auch gegen das Erdreich gedämmt. Dies sollte im Einzelfall betrachtet und wirtschaftlich bewertet werden.

Als Speichermedium kann bei Erdbecken-Wärmespeichern entweder Wasser oder ein Kies-Wasser-Gemisch verwendet werden. Wasser als Speichermedium ermöglicht eine hohe Wärmekapazität, ein gutes thermisches Schichtungsverhalten und hohe Be- und Entladeleistungen. Die Abdeckung schwimmt in der Regel auf der Wasseroberfläche und kann nur zu Wartungszwecken betreten werden. Bei der Verwendung von Kies-Wasser-Gemischen sind sowohl die spezifische Wärmekapazität als auch die erreichbaren Temperaturspreizungen im Speicher geringer als bei reinem Wasser. Dafür kann der Deckel auf dem festen Kies aufliegen und stärker belastet werden. Die Oberfläche des Speichers kann so während des Speicherbetriebs genutzt werden, z.B. als Grünanlage oder Parkfläche.

Die Temperaturen im Speicher werden in der Regel durch die technische Nutzungsdauer des Auskleidungsmaterials auf maximal 80 - 95 °C begrenzt. Bei höheren Temperaturen würde die Kunststoffauskleidung zu rasch altern.

Baukosten von Erdbecken-Wärmespeichern werden minimiert, wenn der Erdaushub für den Bau eines Damms um das Erdbecken herum verwendet werden kann, da auf diese Weise kein Erdreich an- oder abtransportiert werden muss und das Volumen des Speichers zusätzlich vergrössert wird. Diese Speicherbauart wird bislang in der Schweiz nicht verwendet. In den vergangenen Jahren wurden jedoch einige grosse Erdbecken-Wärmespeicher (bis 200'000 m³ Wasservolumen) zur saisonalen Speicherung von solarthermischer Wärme in Dänemark realisiert. Grosse Erdbeckenspeicher werden sowohl direkt als auch mit Hilfe von Wärmepumpen auf tiefe Temperaturen von bis zu 10 - 15 °C entladen, wodurch die nutzbare Speicherkapazität deutlich erhöht werden kann.

Bei wassergefüllten Speichern erfolgt die Be- und Entladung durch Diffusoren. Bei Kies-Wasser gefüllten Speichern durch Kunststoff-Rohrleitungen als Wärmeübertrager oder durch Brunnenschächte.

Speichervolumen	5'000 - 500'000 m ³
Investitionskosten ^a	30 - 200 CHF/m ³
Temperaturbereich	10 - 95 °C
Speicherdichte ^b	40 - 80 kWh/m ³
Lebensdauer	20 - 30 Jahre
Platzbedarf (Standfläche)	0.10 - 0.15 m ² /m ³

^a ohne Planungs- und Genehmigungskosten

^b abhängig von nutzbarer Temperaturdifferenz

Materialien

Auskleidung	HDPE, PP	2 - 3 mm
Dämmung-	Schaumglasschotter	20 - 60 cm
Abdeckung	Blähglasgranulat	
	PEX-Schaum	
Be- /	Stahl / Edelstahl	
Entladeeinrichtung		

Vorteile

- Grosse Speichervolumen möglich

- Einfache Bauweise

- Niedrige Investitionskosten möglich

Bei Wasser als Speichermedium:

- Hohe Be- und Entladeleistungen möglich

- Als Kurz- und Langzeit-Wärmespeicher verwendbar

- Gute thermische Schichtung

- Hohe Speicherkapazität

Bei Kies-Wasser:

- Oberfläche nutzbar (bei Wasser als Speichermedium nur zu Wartungszwecke begehbar)

Nachteile

- Kein Stand der Technik

- Hoher (Land-) Flächenbedarf

- Maximaltemperatur 80 - 95 °C

- Technische Nutzungsdauer von Kunststoffdichtungsbahnen ist stark abhängig vom Jahresgang der Temperaturen

- Wartung und Instandhaltung schwierig

- Höhere Investitionskosten an Standorten mit hohem Grundwasserstand (erfordert Wärmedämmung auch seitlich und unten)

Situation in der Schweiz / in Europa realisierte Projekte

Speicher in der Ausführung als Erdbecken-Wärmespeicher wurden in der Schweiz bisher (Stand 2022) nicht gebaut.

Mehrere Projekte wurden jedoch in Europa realisiert (Ort, Land, Volumen Speichermedium, Jahr):

[Dronninglund](#), DK, 60'000 m³ Wasser, 2014

[Marstal](#), DK, 75'000 m³ Wasser, 2012

[Gram](#), DK, 120'000 m³ Wasser, 2015

Vojens, DK, 210'000 m³ Wasser, 2015

Toftlund, DK, 85'000 m³ Wasser, 2017

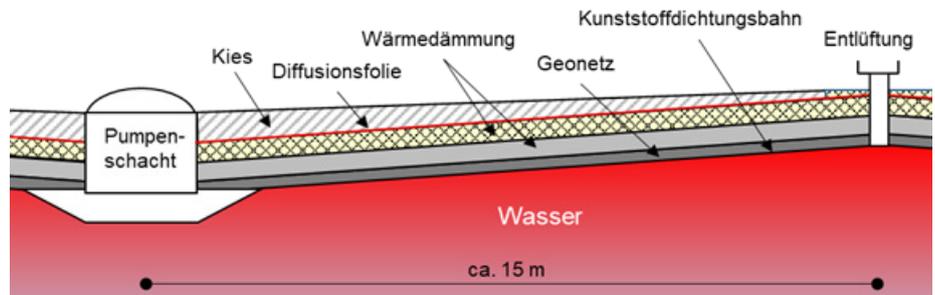
Hoje Taastrup, DK, 70'000 m³ Wasser 2022

[Eggenstein-Leopoldshafen](#), DE, 4'500 m³ Kies-Wasser, 2008

Wandaufbauten

Für die Auskleidung von Erdbecken-Wärmespeichern werden überwiegend Kunststoffdichtungsbahnen auf Basis von Polyethylen mit hoher Dichte (HDPE) oder Polypropylen (PP) verwendet. Diese werden auf dem Erdreich auf einer Schutzlage in breiten Bahnen ausgelegt und wasserdicht verschweisst. Da Kunststoffdichtungsbahnen nicht Wasserdampfdiffusionsdicht sind, findet trotz der Wasserdichtigkeit während des Speicherbetriebs ein Feuchtetransport über den Wandaufbau durch Diffusionsvorgänge statt. Dies beeinträchtigt insbesondere die Wirksamkeit von Dämmschichten stark und muss daher konstruktiv berücksichtigt werden.

Ausschnitt eines möglichen Speicherdeckelaufbaus, der auch den Anforderungen, wie Ableitung von Niederschlagswasser von oben sowie Luftansammlungen von unten, Rechnung trägt.
(Patent Aalborg CSP)



Relevante Quellen / weiterführende Informationen

- Haller M., Ruesch F.: Saisonale Wärmespeicher – Stand der Technik und Ausblick, Fokusstudie im Auftrag des Forums Energiespeicher Schweiz, Institut für Solartechnik SPF, Hochschule für Technik HSR, Rapperswil, 2019
- Van Helden W., et.al.: Saisonale Speicher zur Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien für Distrikte, Endbericht des FFG-Vorhabens gigaTES (Proj.-Nr. 860949), AEE INTEC, Gleisdorf, AT, 2021
- Pauschinger T., Schmidt T., Sørensen P.A., Snijders A., Djebbar R., Boulter R., Thornton J.: Design Aspects for Large-Scale Aquifer and Pit Thermal Energy Storage for District Heating and Cooling, [IEA DHC Annex XII Report](#), 2020
- 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
- Sørensen P.A.: Best Practice for implementation and operation of large scale Borehole and Pit Heat Thermal Storages - Based on Danish experiences, Bericht des EUDP Vorhabens "Follow up on large scale heat storages in Denmark", PlanEnergi, DK, 2019
- VDI-Richtlinie 4640 Blatt 3, Thermische Nutzung des Untergrundes - Unterirdische Thermische Energiespeicher, in Überarbeitung, Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf, DE

Kontakt

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