

Druckloser Stahltank

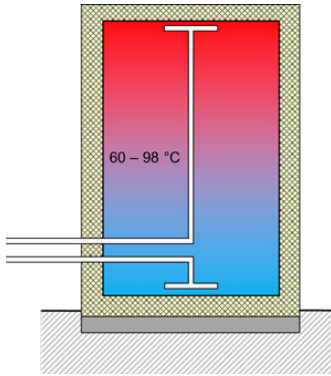
Faktenblatt 1: Wärmespeicher in thermischen Netzen

Dauer der Speicherung

Tage

Wochen

Monate



Schematische Darstellung eines Flachbodentanks

Technologie

Der oberirdisch angeordnete und drucklose bzw. atmosphärische Stahltank ist die heutzutage am häufigsten anzutreffende Bauart von Grosswärmespeichern ($> \text{ca. } 500 \text{ m}^3$) in der Fernwärme. Er wird auch als Flachbodentank bezeichnet und mit Wasser als Speichermedium und einer thermischen Schichtung (siehe auch Faktenblatt 7) im Speichervolumen betrieben.

Die Be- und Entladung des Speichers erfolgt über Diffusoren und einen direkten Austausch des Speichermediums Wasser. Dadurch sind grosse Be- und Entlade-Fluidströme und -leistungen möglich. Die Diffusoren reduzieren die Einströmeffekte und ermöglichen den Erhalt der thermischen Schichtung im Speicher. Für die Einbindung von drucklosen Speichern in ein Wärmenetz wird oft eine Systemtrennung mit externem Wärmeübertrager benötigt. Es gibt verschiedene Möglichkeiten der Systemeinbindung, welche im Faktenblatt 7 genauer beschrieben sind.

Grosse Speicher mit mehr als $\text{ca. } 400 \text{ m}^3$ werden vor Ort errichtet, da sie nach Fertigstellung nicht mehr transportabel sind. Sie werden entweder mit dem traditionellen Hubverfahren, dem kontinuierlichen Spiralmontage- oder Wickelfalzverfahren hergestellt. Je nach Grösse des Speichers und der Untergrundbedingungen sind mehr oder weniger aufwändige Fundamentierungen notwendig. Aufgrund ihrer Grösse werden drucklose Speicher meist im Freien aufgestellt und mit einer Wärmedämmung sowie einer Wetzerschutzhülle versehen. Dabei stellen sie grosse, auffällige Bauwerke dar, deren Bewilligungsfähigkeit je nach Bauzone eingeschränkt ist, respektive die Schaffung einer Sondernutzungszone erfordert.

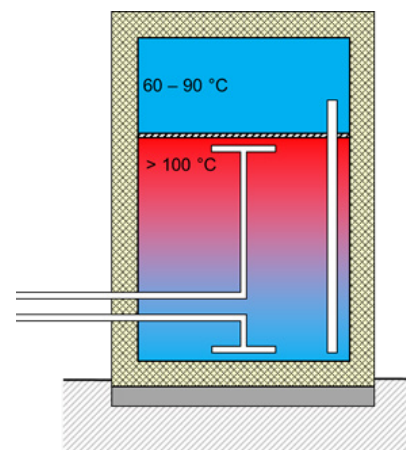
Herkömmliche drucklose Stahltanks können im oberen Speicherbereich mit Maximaltemperaturen bis $< 100 \text{ }^\circ\text{C}$ betrieben werden. Höhere Temperaturen sind dennoch auch bei Flachbodentanks mit so genannten Zwei-Zonen-Speichern möglich, siehe Bild unten. Dabei wird das Gesamtvolumen des Speichers durch eine Zwischendecke in zwei Teilvolumina getrennt. Das obere Teilvolumen dient dabei als Auflast, um im unteren Volumen einen höheren Druck zu erzeugen und somit Temperaturen $> 100 \text{ }^\circ\text{C}$ zu ermöglichen.



28'000 m³ Speicher der Agro Energie Schwyz AG im Bau



28'000 m³ Speicher der Agro Energie Schwyz AG nach Fertigstellung



Schema eines Zwei-Zonen-Speichers

Speichervolumen	200 - 50'000 m ³
Investitionskosten ^a	220 - 400 CHF/m ³
Temperaturbereich	10 - 98 °C
Speicherdichte ^b	40 - 80 kWh/m ³
Lebensdauer	25 - 50 Jahre
Platzbedarf (Standfläche)	0.02 - 0.04 m ² /m ³

^a ohne Planungs- und Genehmigungskosten

^b abhängig von nutzbarer Temperaturdifferenz

Materialien

Behälter	z.B. Stahl	6 - 35 mm ^c
Dämmung	Mineralwolle	30 - 50 cm
Ummantelung	Alu-Wellblech	0.8 - 1.2 mm
Fundament	Stahlbeton, sehr individuell teilweise mit Pfahlgründung	

^c bei grossen Speichern variable Wandstärke über Behälterhöhe

Vorteile

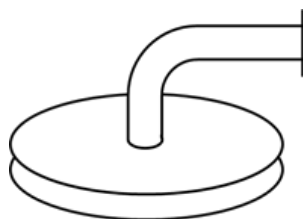
- Stand der Technik
- Mehrere Anbieter
- Hohe Speicherkapazität
- Hohe Speichereffizienz
- Hohe Be- und Entladeleistungen möglich
- Wenig Standfläche benötigt
- Einbindung in Anlagenexpansion und –druckhaltung möglich
- Hoher Freiheitsgrad im Speicherdesign

Nachteile

- Eher hohe Investitionskosten
- Platzbedarf auf Gelände
- Sichtbare Installation
- Begrenzte städtebauliche Integrationsmöglichkeit
- Begrenzte Maximaltemperatur in der Regel < 100 °C

Be- / Entladeeinrichtungen und Druckhaltung

Zur Reduzierung von Einströmeffekten bei der Beladung werden Diffusoren eingesetzt. Deren Auslegung (Durchmesser, Plattenabstand etc.) muss an die im Speicherbetrieb vorgesehenen Be- und Entladeleistungen angepasst werden. Dies ist wichtig für Aufbau und Erhalt der thermischen Schichtung im Speicher.



Schemazeichnung eines Diffusors

Anlagenexpansion und Anlagendruckhaltung

Ein druckloser Speicher kann auch zur Druckhaltung im Versorgungssystem genutzt werden, wenn der Wasserspiegel des Speichers über dem hydrostatischen Druck des Wärmenetzes liegt, siehe auch Faktenblatt 7. Das Expansionsvolumen, auch des Wärmenetzes, kann dann über eine Wasserstandsänderung des Speichers aufgenommen werden. Zur Vermeidung unzulässiger Über- oder Unterdruck-Zustände werden im Deckel installierte Wasserschleusen oder Kombinationen aus Vakuumbrecher und Überdruckventil verwendet.

Zur Verhinderung von Sauerstoffeintrag wird in den Freiraum über dem Wasserspiegel Dampf eingeleitet und ein Dampfpolster mit konstantem Druck erzeugt.

Situation in der Schweiz / in Europa realisierte Projekte

Speicher in der Ausführung als drucklose Stahltanks sind in der Schweiz weit verbreitet und besonders in grossen Wärmenetzen im Einsatz. Verschiedene nationale und europäische Hersteller können entsprechende Anlagen liefern.

Beispiele ausgeführter Projekte (Betreiber, Land, Volumen, Jahr, Ort):

[Agro Energie Schwyz AG](#), CH, 28'000 m³, 2020, Ibach SZ

[AGRO Energiezentrum Rigi AG](#), CH, 18'000 m³, 2020, Küssnacht SZ

[Energie Auszerschwyz AG](#), CH, 1'450 m³, 2021, Galgenen SZ

[GKM Mannheim AG](#), DE, 45'000 m³, 2014, Mannheim

[Stadtwerke Kiel AG](#), DE, 40'000 m³ zwei Zonen, 2016, Kiel

Relevante Quellen / weiterführende Informationen

- AEE Intec. [AEE Magazin 02-2021](#): Grosswärmespeicher. nachhaltige Technologien, 2021
- Agro Energie Schwyz AG: [Factsheet Fernwärmespeicher](#), 2021
- 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
- Hangartner, D., Ködel, J. Liste <thermische Netze>: Auswertungsbericht 2020. Bern. EnergieSchweiz, 2020
- Hangartner, D., Ködel, J., Mennel, S., Sulzer, M.: Grundlagen und Erläuterungen zu Thermischen Netzen: Bericht. Luzern. HSLU, 2018
- Hemmerlein, F.: Energy Tower Schwyz. HSLU. 8th Swiss Symposium Thermal Energy Storage, Online-Event, 2021
- Oberholzer, S.: Energiespeichertechnologien: Kurzübersicht 2021. Bern. BFE, 2021
- AGFW-BEE: Flexibilitätsreserven auf dem Wärmemarkt, 2013

Kontakt

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