

# TWINopt

## Modellierung und Vermessung von Großwärmespeichern

Bogdan Narusavicius // Anja Matthees // Franziska Koch // Dr. Karin Rühling

Professur für Gebäudeenergie-technik und Wärmeversorgung

- Verlässliche Vorhersagen für die Temperaturprofile in Großwärmespeichern sind für netzdienliche Fahrweisen zunehmend unerlässlich.
- Weder einfache Annahmen von prozentualen Wärmeverlusten bezogen auf den Energieinhalt des Speichers noch komplexe CFD-Simulationen genügen den künftigen Anforderungen an Erschließung der Energieeffizienz- und CO<sub>2</sub>-Vermeidungspotentiale.
- Das zu konzipierende Speichermodell soll es basierend auf einem Ausgangs-Temperaturprofil im Speicher ermöglichen, in Abhängigkeit von Temperaturen und Volumenströmen der Be- und Entladung eine präzise Vorhersage der Temperatur des jeweils aus dem Speicher austretenden Volumenstroms zu tätigen.

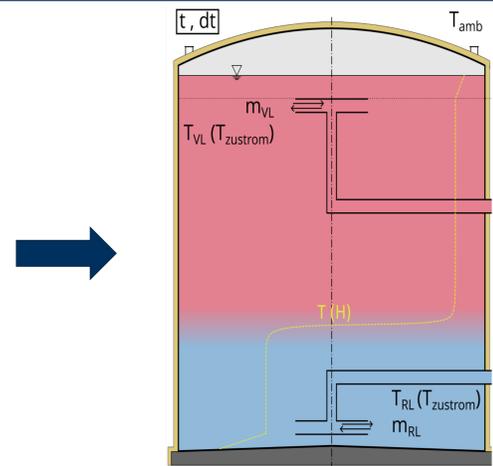
### Modell FreeTTES

Das Speichermodell FreeTTES ist ein in Python umgesetztes analytisch-numerisch 1D-Modell nach HERWIG zur Einbindung in thermohydraulische Netzsimulation und Betriebsoptimierung.

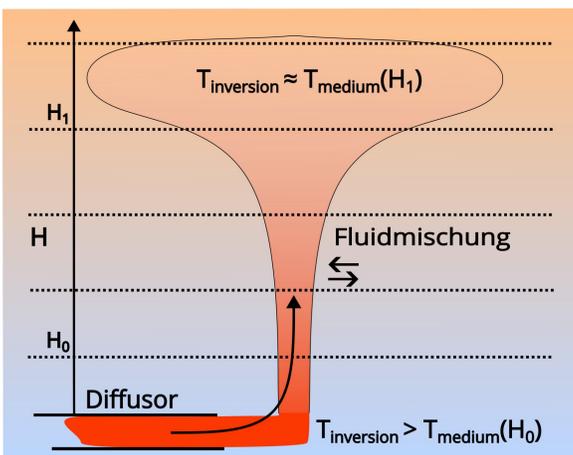
Modellierung von komplexen Vorgängen wie:

- innere und äußere Wärmeleitung
- konstruktionsspez. Vorgänge
- Inversionen
- Wärmeverluste
- Fluidmischung

Das Modell erlaubt sowohl das Einlesen eines Startzustandes in Form einer Temperaturverteilung über der Höhe als auch die Erstellung eines künstlichen Temperaturprofils.



### Numerisch-analytische Inversionsmodellierung



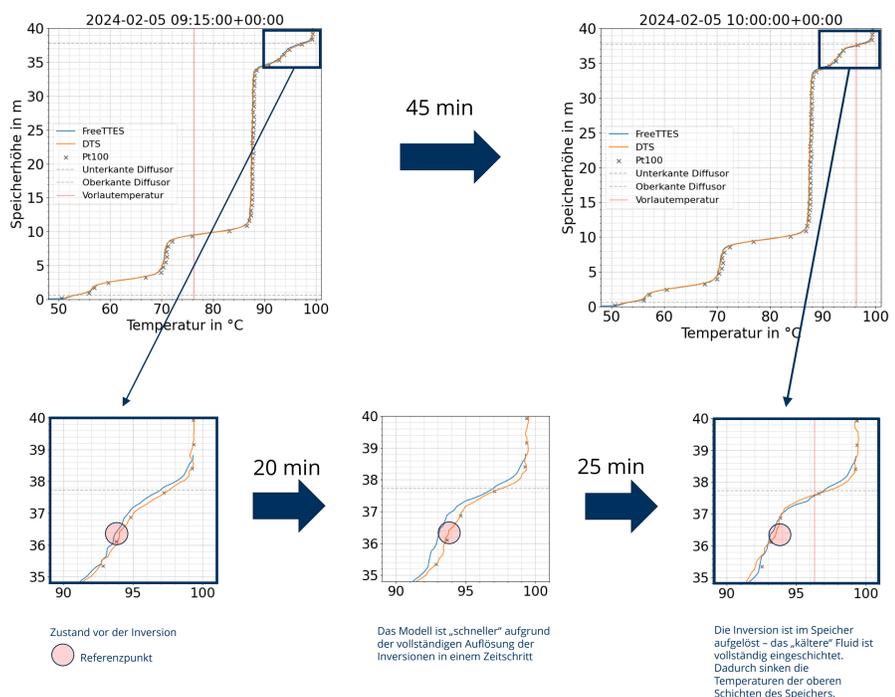
Die Modellierung des Inversionsverhaltens nach HERWIG erfolgt analytisch.

Die Masseänderung und der Wärmeaustausch mit dem umgebenden Fluid der Inversionsfahne hängt von mehreren Parameter ab:

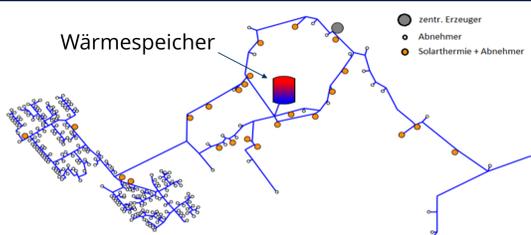
- Diskretisierungsgrad
- Temperaturunterschied
- Volumenstrom
- Zeitschrittlänge

Die Parametrierung wurde manuell mit Hilfe von realen Messdaten durchgeführt.

Beispiel: Inversionsvorgang Beladung mit  $T_{inversion} = 60...70\text{ °C}$



### Fazit und Ausblick



Das FreeTTES Modell wird in einem Beispielszenario angewendet. Dort wird ein Großwärmespeicher, ein Fernwärmenetz, solarthermische Anlagen und eine Betriebsführungsoptimierung in einer Co-Simulationsumgebung miteinander verknüpft.

Die Parameter im Inversionsmodell wurden von HERWIG für einen Großwärmespeicher entwickelt und in TWINopt für einen anderen angewendet

- Inversion ist meistens sehr gut abgebildet
- Probleme im Inversionsmodell nur dann, wenn im Speicher keine Schichtung vorhanden ist
- Weitere Messdaten aus Großspeichern unterschiedlicher Art und Geometrien sind notwendig für die Verallgemeinerung der Modellparameter
- FreeTTES wird im Rahmen des TWINopt-Projektes über Co-Simulation in thermohydr. Fernwärme-Netzsimulation und Betriebsoptimierung eingebunden

