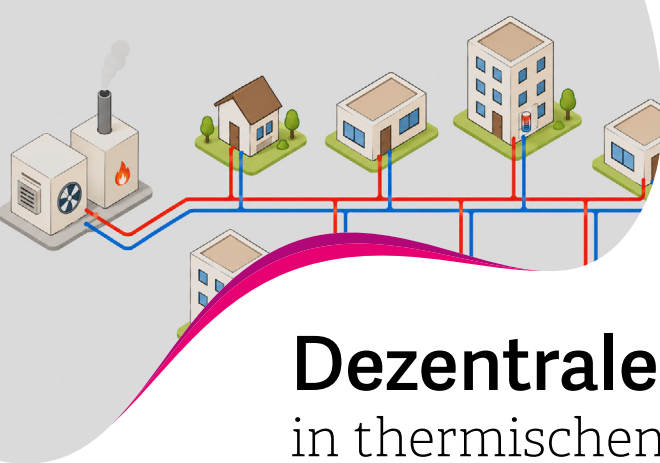
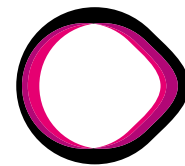




WO WISSEN WIRKT.



OST

Ostschweizer
Fachhochschule

Dezentrale Wärmespeicher

in thermischen Netzen zur Reduktion lokaler Lastspitzen

Thermische Netze sind eine zentrale Säule der Schweizer Energiestrategie 2050+, wobei ein massiver Ausbau der Fernwärme von heute 11 TWh auf bis zu 22 TWh angestrebt wird. Damit dieser Ausbau kosteneffizient und schnell voranschreitet, müssen Wärmenetze optimal dimensioniert und betrieben werden.

Einleitung und Motivation

Bei der Optimierung von Auslegung und Betrieb von Netzen sind Wärmespeicher eine wichtige Komponente. Der Einsatz zentraler Wärmespeicher in der Energiezentrale ist weit verbreitet. Dezentrale thermische Speicher, die direkt bei den Verbrauchern oder in Netzabzweigen installiert werden, bieten zusätzliche Nutzen. Sie unterstützen den effizienten Betrieb, indem

sie Lastspitzen reduzieren, lokale Netzengpässe verringern und die Einbindung fluktuierender erneuerbarer Energien (wie Solarthermie oder PV-Wärmepumpen) sowie Abwärme verbessern.

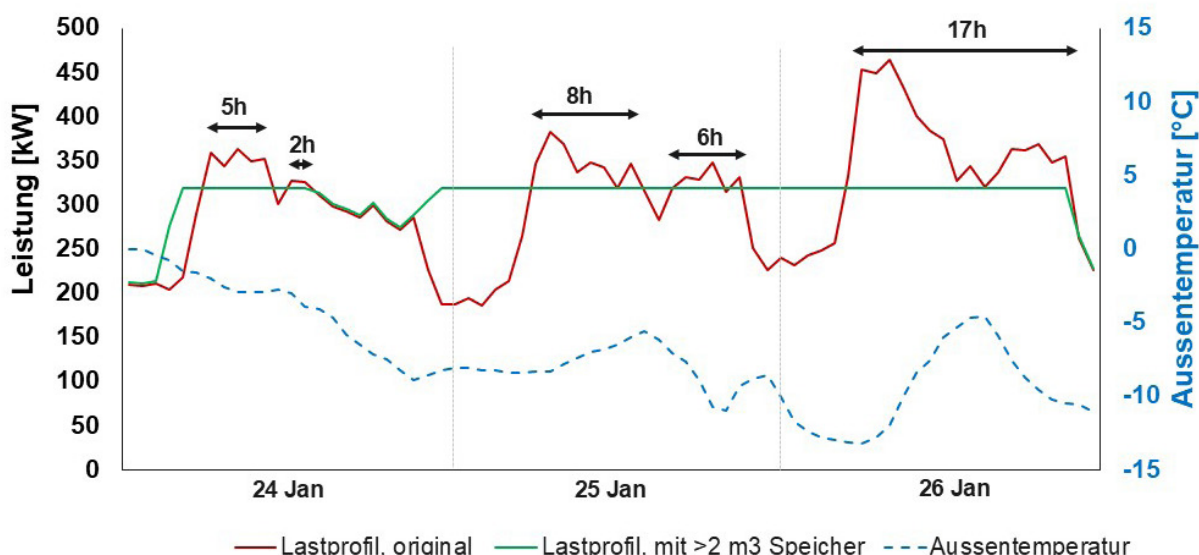
Der Nutzen dezentraler Speicher wurde im Forschungsprojekt DecenTGrids für ein modellhaftes Fernwärmenetz und für zwei reale Fallstudien untersucht. Die Untersuchungen wurden mit der Software *optihood* durchgeführt, welche für Energiesysteme die ökonomisch optimale Auslegung berechnet. Sämtliche Aussagen, die nachstehend aufgeführt sind, basieren auf energetisch optimierten Netzwerken, der Einsatz dezentraler Speicher ist in diesen Fällen ökonomisch vorteilhaft.

Vorteile dezentraler Wärmespeicher
Der Einsatz dezentraler Speicher bietet für Planer und Betreiber verschiedene Vorteile:

- **Kappung von Spitzenlast (Peak Shaving):** Dezentrale Speicher können kurzzeitige Wärmebedarfsspitzen abfangen, wodurch

die maximale Erzeugerleistung in der Zentrale reduziert werden kann, z.B. auch fossile Spitzenlast. In den untersuchten Fallstudien wurden Reduktionen der Spitzenleistung von **13 % bis 36 %** erreicht.

- **Vermeidung von Netzausbau:** Durch die lokale Speicherung der Wärme während der Spitzenzeiten können je nach Situation bestehende Leitungsquerschnitte beibehalten werden, auch wenn neue Verbraucher angeschlossen werden. Dies zu deutlich geringeren Kosten als der physische Ersatz von Leitungen.
- **Erhöhung der Flexibilität:** Speicher bieten die nötige Flexibilität, um fluktuierende Quellen einzubinden oder Wärmepumpen stärker kostenoptimiert zu betreiben.
- **Dekarbonisierung:** Durch die Reduktion thermischer Spitzenlasten müssen fossile Spitzenlastkessel seltener oder gar nicht mehr eingesetzt werden. Dies gilt bei zentralen wie auch bei dezentralen Speichern.



Reduzierung der Spitzenleistung und zeitliche Verschiebung durch den Einsatz dezentraler Speicher (> 2m3) in jedem angeschlossenen Gebäude für das untersuchte Biomasse-Fernwärmenetz.



Ermittlung der erforderlichen Grösse dezentraler Speicher mithilfe der beiden Tools «Peak-Analyser» und «THENA».

Praxisorientierte Planungswerkzeuge

Für die frühzeitige Bewertung und Dimensionierung dezentraler Speicher wurden zwei Software-Tools entwickelt respektive überarbeitet, die Planern eine benutzerfreundliche Analyse ermöglicht:

- **PeakAnalyzer:** Ein grafisches Werkzeug, mit dem gemessene oder synthetische Lastprofile visualisiert werden. Es erlaubt, die Energiemenge (in kWh) zu berechnen, die in einen Speicher verschoben werden muss, um die Lastspitze in einem Netzabschnitt zu glätten. ([Link](#))
- **THENA:** Das Excel-basierte Tool THENA von Verenum AG wurde so überarbeitet, dass dezentrale Speicher ebenfalls beurteilt werden können. Es übernimmt die vom Peak-Analyser ermittelten Parameter und berechnet das erforderliche Speichervolumen und die Auswirkungen auf die Rohrdimensionierung und Netzkosten. ([Link](#))

Planung und Betriebsstrategien

Bei der Auslegung dezentraler Speicher müssen folgende Punkte berücksichtigt werden:

- **Energieinhalt der Lastspitze:** Die Dimensionierung muss auf der **Energiemenge (kWh) oberhalb eines Leistungslimits** basieren. Das benötigte Speichervolumen ergibt sich aus dieser Energie und der verfügbaren Temperaturdifferenz im Speicher.

- **Betriebsstrategie:** Ein einfacher regelbasierter Ansatz besteht darin, ein Leistungslimit für den Erzeuger oder einen Rohrabchnitt festzulegen, die Energie oberhalb dieses Limits zu berechnen und den Speicher in Zeiten mit freier Kapazität vorzuladen. Fortgeschrittenere Methoden wie die modellprädiktive Regelung (MPC) nutzen Wetter- und Bedarfsprognosen, um den Speicherbetrieb weiter zu optimieren.

Beispiel-Dimensionierung

Für die drei untersuchten Wärmenetze ergeben sich folgende Durchschnittswerte für die Volumen dezentraler Speicher bei einer ökonomisch optimierten Auslegung:

- **Flächenspezifisch:** ca. 6 bis 16 Liter Speichervolumen pro m² Gebäude-Grundfläche.
- **Leistungsspezifisch:** ca. 30 bis 42 Liter pro kW Nennleistungsbedarf.
- **Netzspezifisch:** ca. 12 bis 35 m³ Speicher pro GWh/a gelieferter Wärme.

Fallbeispiele und Ergebnisse

In der Fallstudie zu einem geplanten Wärmenetz in **Wallisellen** kann gemäss Simulationen durch den Einsatz dezentraler Speicher die Spitzenheizleistung des Netzes um bis zu **36 %** gesenkt werden. Dies ermöglichte es, den voraussichtlichen Biogasverbrauch des Spitzenkessels um rund **30-34 %**

zu reduzieren und mehr Wärme über die Wärmepumpen bereitzustellen. In einer zweiten **Fallstudie** (Netz mit Abwärmenutzung) wurde gezeigt, dass eine einfache Lösung mit 2 m³ Speicher pro Gebäude bereits eine Reduktion der Spitzenlast von ca. **15-17 %** im aktuellen Netz erreichte.

Team

Dr. Neha Dimri

Expertin für die Optimierung von Energiesystemen (Software-Entwicklerin des Optimierungsframeworks optihood)

Daniel Philippen

Co-Leiter der Gruppe «Gebäude und Thermische Netze» am SPF

Kooperationspartner

Verenum AG

Stefan Thalmann
verenum.ch



INSTITUT FÜR
SOLARTECHNIK

Kontakt

SPF Institut für Solartechnik
Daniel Philippen
T +41 58 257 48 30
daniel.philippen@ost.ch