

Vergleichskennzahlen für thermische Energiespeicher (VKTES) - Projektvorstellung und erste Ergebnisse

Stephan Bachmann, Stephan Fischer, Karin Rühling*, Stefan Hoppe*
Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)
Pfaffenwaldring 6, 70569 Stuttgart
*TU Dresden, Professur für Gebäudeenergie-technik und Wärmeversorgung
*Helmholtzstr. 14/217, 01062 Dresden



E-Mail: stephan.bachmann@igte.uni-stuttgart.de
Homepage: www.igte.uni-stuttgart.de

1. Einleitung

Das Projekt VKTES hat zum Ziel Kennzahlen und Prüfsequenzen zu erarbeiten, die den Ingenieuren beim technischen und wirtschaftlichen Vergleich verschiedener Arten thermischer Energiespeicher unterstützen. Insbesondere für den Vergleich verschiedener Speicherprinzipien (Speicherung von fühlbarer und / oder latenter Wärme) fehlen vor allem für Puffer- und Kombispeicher bisher geeignete Kennwerte bezüglich ihrer thermischen Leistungsfähigkeit. Um die erforderliche Breitenwirkung und Akzeptanz im Markt zu erreichen, soll der Fokus auf einfach und kostengünstig zu ermittelnde Kennzahlen basierend auf der DIN 2384 „Thermische Energiespeicher-Terminologie, Anforderungen, Kenngrößen, Prüfgrundlagen“ liegen.

2. Kennzahlen (Auszug)

Im Rahmen des Projekts wurden u. a. folgende Kennzahlen definiert:

Theoretischer Wärmeinhalt Q^{Theo} (reine Rechengröße)

$$Q^{Theo} = m_{Sp} \cdot \Delta h_{Sp} + \sum_i (m \cdot c_p)_i \cdot \Delta T$$

mit:

m_{Sp} : Masse des Speichermediums [kg]

Δh_{Sp} : spezifische Phasenwechsel-, Sorptions- oder Reaktionsenthalpie [kJ/kg]

m_i : Masse aller im Speicher vorhandenen Materialien i [kg]

$c_{p,i}$: spezifische Wärmekapazität der Masse i [kJ/(kg·K)]

ΔT : Differenz zwischen den Eintrittstemperaturen der Be- und Entladung

Tatsächlicher Wärmeinhalt Q

- gibt an, welche Wärmemenge der Speicher bei der Temperaturdifferenz ΔT tatsächlich speichern kann
- wird aus Messungen auf einem Prüfstand für die Be- und Entladung bestimmt

Abminderungsfaktor f_Q

- beschreibt den prozentualen Anteil um den der tatsächliche Wärmeinhalt Q geringer ist als der theoretische Wärmeinhalt Q^{Theo} .

Energetischer Speicherwirkungsgrad η

- Verhältnis von ausgespeicherter zu eingespeicherter Wärmemenge incl. Hilfsenergie (Pumpe)

3. Prüfsequenzen

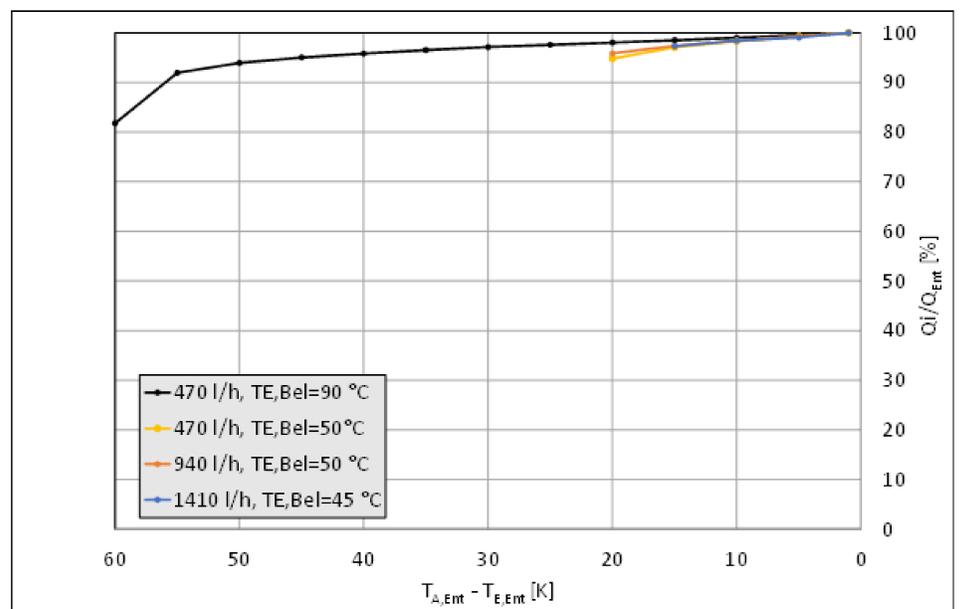
Diese sind bewusst einfach konzipiert, um sie mit möglichst einfachen Prüfständen durchführen zu können.

Ablauf:

1. Konditionierung des Speichers auf 25 °C
2. Beladung mit konstanter Eintrittstemperatur (abhängig von der Speicherart), bis eine Temperaturdifferenz von 1 K zwischen Ein- und Austrittstemperatur erreicht ist
3. Entladung mit konstanter Eintrittstemperatur von 25 °C bis eine Temperaturdifferenz von 1 K zwischen Ein- und Austrittstemperatur erreicht ist

4. Anwendung an einem Kombispeicher (Nennvolumen 940 l)

Neben den vorgestellten Kennzahlen werden zusätzlich die Wärmemengen Q_i ermittelt, die dem Speicher bei der Entladung entnommen werden können, bis Temperaturdifferenzen zwischen Eintritt und Austritt ($T_{A,Ent} - T_{E,Ent}$) größer 1 K unterschritten werden, bezogen auf die Wärmemenge, die dem Speicher entnommen werden kann, bis eine Temperaturdifferenz von 1 K unterschritten wird (Q_{ent}). Das folgende Diagramm zeigt anhand einer direkten Entladung, dass für steigende Temperaturdifferenzen die dem Speicher entnehmbaren Wärmemengen nur geringfügig abnehmen. Der Speicher weist somit ein gutes thermisches Schichtungsvermögen auf.



5. Fazit

Mit Hilfe der entwickelten Prüfsequenzen lassen sich für die verschiedenen Speichertypen unter typischen Randbedingungen die für Planungsfachleute wichtigen praktisch nutzbaren Wärmemengen bestimmen, bis die für die entsprechende Anwendung erforderliche Temperaturdifferenz unterschritten wird. Kennwerte wie der Abminderungsfaktor oder der Speicherwirkungsgrad liefern zusätzliche Informationen über vorhandene Totvolumina im Speicher.

Die im Projekt erarbeiteten Kennzahlen und Prüfmethoden fließen in die VDI-Richtlinie 4657 Blatt 2 "Planung und Integration von Energiespeichern in Gebäudeenergiesysteme - Thermische Energiespeicher" ein.

