

Wärmeein- und -auskopplung in einem Stülpmembranspeicher

WAE_UE_STMS

Konzeption der Wärmeübertragung zwischen Stülpmembranspeicher und
Wärmenetz als saisonaler Wärmespeicher

Kontaktdaten des Projektbearbeiters:

Name: Timo Wilfling
E-Mail: wilflingti66489@th-nuernberg.de

Inhalt

1	Kurzbeschreibung.....	1
2	Gesamtkonzept	1
3	Forschungsfragen.....	3
4	Arbeitsprogramm	3
4.1	Definition Wärmebedarf	3
4.2	Bestimmung Wasservolumen und Temperaturniveau	4
4.3	Konzept Wärmeübertragung.....	4
4.4	Berechnung und Dimensionierung Wärmetauscher.....	4
4.5	Bewertung.....	5
5	Zeitplan.....	5
6	Verwertungskonzept.....	5
	Literaturverzeichnis	6

1 Kurzbeschreibung

Das Ziel der Projektarbeit ist, den Stülpmembranspeicher als saisonalen Wärmespeicher für ein definiertes Versorgungsgebiet in der Metropolregion Nürnberg zu dimensionieren. Die Dimensionierung bezieht sich hierbei auf das notwendige Wasservolumen zur Wärmespeicherung und die Ankopplung an das Fernwärmenetz. Dafür wird zunächst der Wärmebedarf über den Winter des Versorgungsgebietes ermittelt. Nachdem die Gesamtgröße des Speichers definiert ist, wird der notwendige Wärmestrom berechnet. Anhand davon wird ein Konzept zur Wärmeübertragung erstellt und ausgelegt.

2 Gesamtkonzept

Im Rahmen der Klimaschutzziele sollen bis 2050 60% des Bruttoenergieverbrauchs und 80% des Bruttostromverbrauchs durch erneuerbare Energien bereitgestellt werden. Dafür müssen diese weiter ausgebaut werden. Das Problem an erneuerbaren Energien ist, dass der Bedarf zu jeder Zeit gedeckt werden muss, aber das Angebot zeitlich stark variiert. So ist beispielsweise das Wärmeangebot durch die Sonne im Sommer am stärksten und im Winter kaum vorhanden, der Bedarf von Wärme verläuft gegensätzlich dazu. Deshalb ist die Speicherung in Überschusszeiten notwendig. (N-ERGIE)

In der Projektarbeit wird die Nutzung des Stülpmembranspeichers als saisonalen Wärmespeicher betrachtet. Der Stülpmembranspeicher ist ein geotechnischer Speicher, der in sehr kompakter Bauweise elektrische Energie speichern kann. Dafür wird ein Kolben in Überschussperioden durch Wasserkraft angehoben und in Defizitzeiten wieder abgelassen. Dabei strömt das Wasser durch die Pumpe wieder zurück und erzeugt Strom. In der folgenden Abbildung ist das Prinzip aufgezeichnet.

Durch die Überlagerung der Wärmeströme von Wärmebedarf, Wärmeeinspeisung und Verlustwärme, die alle von der Zeit abhängig sind, ergibt sich ein Gesamtwärmestrom. Damit kann die benötigte Speicherkapazität des Stülpmembranspeichers berechnet werden.

Anschließend ist ein Konzept für den Wärmeaustausch im Stülpmembranspeicher zu erarbeiten, dabei ist auch die unterschiedliche Position des Kolbens und der Dichtung zu berücksichtigen. Da die Dichtung das Wasser in zwei getrennte Wasserbehälter aufteilt, ist gegebenenfalls ein Wärmeaustausch zwischen den Beiden notwendig. Die auftretenden Verwirbelungen durch das Anheben oder Ablassen des Kolbens werden nicht berücksichtigt, es wird von einer ruhenden Flüssigkeit mit unterschiedlichen Temperaturschichten ausgegangen.

3 Forschungsfragen

Welcher Wärmebedarf besteht für das definierte Versorgungsgebiet über einen Winter?

Welche Wärmemenge muss hierfür unter welchem Temperaturniveau im Sommer gespeichert werden?

Welche Menge an Wasser ist hierfür notwendig?

Welches Konzept eignet sich für die Wärmeein- und -auskopplung in das Wärmenetz?

4 Arbeitsprogramm

Das Projekt ist in folgende Arbeitspakete gegliedert:

1. Wärmebedarf definieren
2. Wasservolumen mit Temperaturniveau bestimmen
3. Konzeptionierung Wärmeaustausch
4. Berechnung und Dimensionierung Wärmetauscher
5. Bewertung

4.1 Definition Wärmebedarf

Für das Versorgungsgebiet muss das durchschnittliche Wärmebedarfsprofil in einer stündlichen Auflösung über ein Jahr festgelegt werden. Dafür sind Daten vom Energieversorger des betrachteten Gebietes notwendig. Zusätzlich müssen der

Verlustwärmestrom und die Wärmezufuhr aus erneuerbaren Energien angenommen werden. Durch Addition dieser Wärmeprofile ergibt sich ein Bedarfsverlauf, der von dem Speicher gedeckt werden muss.

Dieses Arbeitspaket beinhaltet als Forschungsrisiko, dass die Daten zum Wärmebedarf sehr umfangreich sind und in der kurzen Bearbeitungszeit eingeholt werden müssen. Zusätzlich ist offen, ob sich ein realistischer Verlustwärmestrom und die Zufuhr an regenerativ erzeugter Wärme ohne weitere Randbedingungen annehmen lässt.

4.2 Bestimmung Wasservolumen und Temperaturniveau

Aus dem Wärmebedarfsprofil lässt sich die benötigte Wärmekapazität für einen Winter berechnen. Zur Bestimmung des Wasservolumens ist ein maximales und minimales Temperaturniveau festzulegen.

Risiko: Der Wärmeaustausch mit dem Kolben und der Umgebung ist instationär und wird daher vereinfacht für einen definierten Zeitpunkt als konstant angenommen.

4.3 Konzept Wärmeübertragung

Als grobes Konzept wird angenommen, dass das aufzuwärmende Medium durch Rohre im Stülpmembranspeicher fließen soll. Dabei strömt es von einer niedrigeren Temperaturschicht zur höheren, damit sich ein möglichst konstanter Temperaturunterschied zwischen Wasserkreislauf und Speichermedium ergibt. Die Wärmezufuhr in den Stülpmembranspeicher erfolgt durch Leitungen im untersten Temperaturniveau. Damit die Temperaturschichten von der Kolbenlage möglichst unabhängig sind, muss gegebenenfalls der Wärmeaustausch zwischen den beiden Wasserkammern möglich sein.

4.4 Berechnung und Dimensionierung Wärmetauscher

Der bereits ermittelte notwendige Wärmestrom muss über den gesamten Zeitverlauf gedeckt werden können. Da die Wärmeübertragung instationär ist, muss dieses System im Falle zu hoher Komplexität für dieses Projekt vereinfacht angenommen werden.

Risiko: Für die instationäre Wärmeübertragung ist die Aneignung neuen Wissens und gegebenenfalls das Erlernen der Nutzung einer Simulationssoftware notwendig.

4.5 Bewertung

Die erlangten Ergebnisse und Berechnungen müssen untereinander verglichen und bewertet werden.

5 Zeitplan

Arbeitspaket	Kalenderwoche
Recherche	43 - 49
Projektskizze abschließen	44
Wärmebedarf definieren	45
Speicherkapazität und Wasservolumen festlegen	46
Konzeptionierung Wärmetauscher	46
Berechnung und Dimensionierung	47-48
Bewertung und Abschluss Bericht	49

6 Verwertungskonzept

Der erste Prototyp des Stülpmembranspeichers soll bis 2025 in der EMN gebaut werden. Die Ergebnisse der Projektarbeit können zur Auslegung der Wärmeübertragung an ein bestehendes oder neu gebautes Fernwärmenetz genutzt werden. Der Stülpmembranspeicher kann eine erfolgsversprechende Lösung zur Speicherung regenerativ erzeugter Energien in der Zukunft sein.

Literaturverzeichnis

Arbeitsgemeinschaft der Hessischen Industrie- und Handelskammer. (November 2014). Nah-/ Fernwärme. Abgerufen am 29. Oktober 2018 von https://www.ffegmbh.de/download/informationen/528_ihk_hessen_waerme/fb_nah-fernwaerme.pdf

N-ERGIE. (kein Datum). Klimaschutzziele 2030: Metropolregion Nürnberg legt Maßnahmenpaket vor. Abgerufen am 29. Oktober 2018 von https://www.n-ergie.de/public/remotemedien/media/n_ergie/internet/die_n_ergie/unternehmen_1/publikationen/Accelerator_Zusammenfassung_kurz_final.pdf

Popp, P.-I. M. (22. Februar 2014). *Poppware*. Abgerufen am 29. Oktober 2018 von <http://www.poppware.de/Stuelpmembranspeicher/>