



Diplomand
Dozent
Projektpartner
Experte
Themengebiet

Jonas Grand
Prof. Dr. Beat Wellig
Teqtoniq GmbH
Dr. Andreas Lehr
Energien, Fluide und Prozesse

Dynamische Simulation einer Kälteanlage mit Turboverdichter

Ausgangslage

Der Kühlbedarf für Gebäude nimmt laufend zu und entsprechend steigt der Stromverbrauch für Klimakälteanwendungen. Durch den wachsenden Bedarf an Klimakälteanlagen für grössere Gebäude wie z.B. Bürogebäude, Spitäler oder Hotels und die geforderten Zielen zur Senkung des Energieverbrauchs steigt das Interesse an hoch-effizienten Klimakälteanlagen.

Für diesen wachsenden Markt entwickelt die Teqtoniq GmbH neuartige gasgelagerte Turbokältemittelverdichter. Mit Turboverdichtern können hohe Wirkungsgrade bei kleinen Druckverhältnissen im Voll- und Teillastbetrieb und dadurch eine hohe Effizienz über das gesamte Jahr erreicht werden.

Ziel dieser Arbeit ist die Evaluation der Simulationsumgebungen Matlab/Simulink und Modelica/Dymola für die dynamische Simulation von Kälteanlagen mit Turboverdichtern.

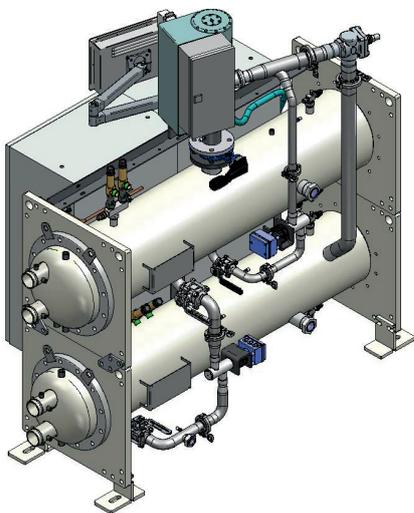


Abb. 1: CAD-Zeichnung der modellierten Klimakälteanlage mit dem Turboverdichter der Teqtoniq GmbH

Vorgehen

Die Klimakälteanlage mit dem Turboverdichter der Teqtoniq GmbH (Abb. 1) wird in beiden Simulationsumgebungen simuliert und anschliessend mit Labormessungen für stationäre und transiente Betriebsbedingungen validiert. Zusätzlich werden die Simulationsumgebungen anhand qualitativer Kriterien wie mögliche Anwendungsbereiche, Benutzerfreundlichkeit usw. verglichen.

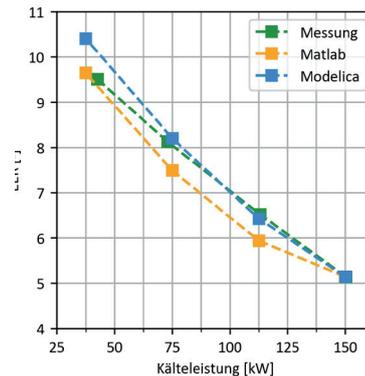


Abb. 2: Vergleich der simulierten und gemessenen EER-Werte (EER = Energy Efficiency Ratio, Verhältnis von Kälteleistung und elektrischer Leistung des Verdichters)

Ergebnis

Mit beiden Modellen können ähnliche Genauigkeiten erzielt werden. Die max. Abweichung des EER-Wertes ist kleiner als 10 % (Abb. 2). Es wurde festgestellt, dass die Genauigkeit massgeblich durch die getroffenen Eingaben beeinflusst wird. Somit können die Modelle durch verfeinerte Eingaben weiter optimiert werden. Das dynamische Verhalten der Kälteanlage kann durch beide Modelle gut abgebildet werden (Abb. 3).

Für den qualitativen Vergleich wurde eine Nutzwertanalyse durchgeführt. In dieser scheidet Modelica/ Dymola im Vergleich zu Matlab/Simulink besser ab, hauptsächlich aufgrund der einfacheren Handhabung. Auf Basis der Ergebnisse wurden Optimierungsmöglichkeiten für beide Modelle entwickelt und ein mögliches weiteres Vorgehen für die nächsten Entwicklungsschritte erarbeitet.

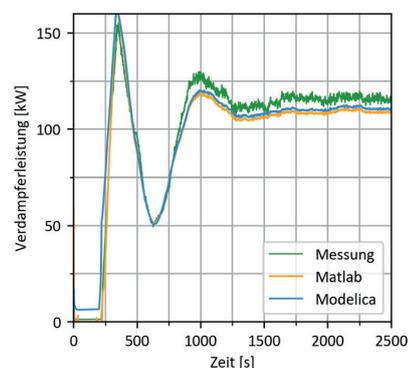


Abb. 3: Vergleich der simulierten und gemessenen Verdampferleistung während des Hochfahrens