



SIMULATION SOLARGESTÜTZTER WÄRMEVERSORGUNGSSYSTEME MIT TRNSYS

GRUPPE 2

Christian Mainz & Marvin Grosch

Praktikumstag: 14.-18.09.2020
Abgabe: 16.10.2020
Betreuer: Oleg Kusyy & Christoph Schmelzer
Studiengang: Master re²
Semester: SoSe 2020
Matrikelnr.: 35511364, 35598242

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	I
1 Einleitung	1
2 Modellierung	1
2.1 Systembeschreibung	1
2.2 Systemanpassung: Rohrverluste und Kapazitätsströme	1
2.3 Systemauslegung	2
3 Parametervariation	2
3.1 Kaltwasser- und Umgebungstemperatur des Speichers	2
3.2 Rohrlänge und Dämmung	3
4 Optimierung der Kollektorparameter	3

Abbildungsverzeichnis

1	Grundsystem	1
2	Parametervariation Kaltwasser und Speicher	3
3	Parametervariation Dämmung	3

1 Einleitung

2 Modellierung

2.1 Systembeschreibung

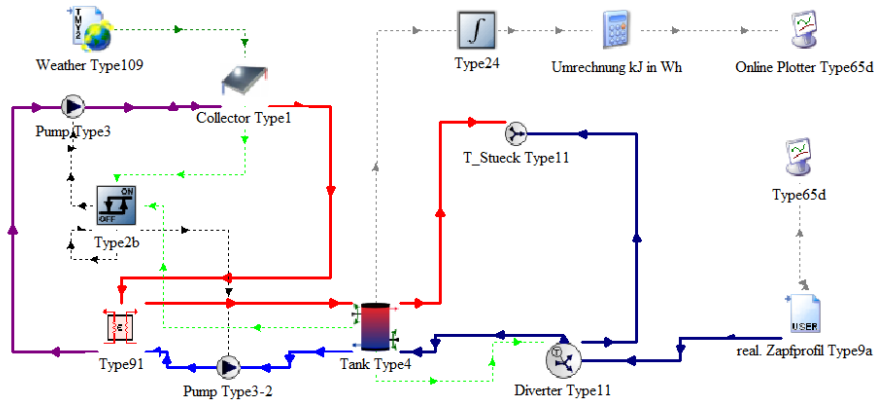


Abb. 1: Grundsystm des Decks

Das System basiert auf einem Speicher mit integrierter Nachheizung und externem Wärmeübertrager, an welchen ein Kollektor mit Wetterdaten aus Stuttgart angeschlossen ist. Die Pumpen des Primär- und Sekundärkreislaufes des Wärmeübertragers werden per Temperaturdifferenzregelung angesteuert. Die Kollektortemperatur und die untere Speichertemperatur dienen dem Regler als Vergleichsgrößen. Die Regelung erfolgt als Ein- und Ausschaltsignal. Die Massenströme sind in den Pumpen selbst festgelegt. Ein Verteiler mit Zapfprofil versorgt den Speicher sowie einen Mischer mit Kaltwasser. Der Solare Wärmeeintrag in den Speicher und die Nachheizenergie werden über das Jahr integriert und graphisch ausgegeben.

2.2 Systemanpassung: Rohrverluste und Kapazitätsströme

Zur Erweiterung des Systems wird zwischen dem Kollektor und dem Wärmeübertrager jeweils eine Rohrleitung in Vor- und Rücklauf installiert. Für Die Rohrlänge wurden 9 m und für den Rohrdurchmesser 2,5 cm angenommen, was zwei bis drei Etagenhöhen zuzüglich horizontaler Abschnitte und Verteilung auf dem Dach entspricht. Die Dicke der Dämmschicht wurde mit 5 cm vorgegeben. Zur Bestimmung des Verlustkoeffizienten werden die Innenmantelfläche des Rohres sowie der UA-Wert benötigt.

$$A_{Rohr} = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h = 2 \cdot \pi \cdot 0,0125 \text{ m} \cdot 9 \text{ m} = 0,70 \text{ m}^2 \quad (1)$$

$$UA = \left(\frac{1}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \left(\frac{1}{\alpha_i \cdot r_i} + \sum \frac{\ln\left(\frac{r_{j+1}}{r_j}\right)}{\lambda_j} + \frac{1}{\alpha_a \cdot r_a} \right) \right)^{-1} = \left(\frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 9 \text{ m}} \right. \\ \left. \left(\frac{1}{1000 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \cdot 0,0125 \text{ m}} + \frac{\ln\left(\frac{16 \text{ mm}}{12,5 \text{ mm}}\right)}{380 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})} + \frac{\ln\left(\frac{66 \text{ mm}}{16 \text{ mm}}\right)}{0,04 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})} \right. \right. \\ \left. \left. + \frac{1}{10 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K}) \cdot 0,0666 \text{ m}} \right) \right)^{-1} = 1,528 \text{ W/K} \quad (2)$$

$$U = \frac{UA}{A_{Rohr}} = \frac{1,528 \text{ W/K}}{0,70 \text{ m}^2} = 2,158 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \quad (3)$$

Zur Anpassung der Kapazitätsströme wird der Massenstrom der sekundärseitigen Pumpe anhand des Quotienten der Wärmekapazitäten beider Fluide angepasst. Beide Pumpen werden weiterhin mit dem gleichen Regelsignal angesteuert:

$$\dot{m}_2 = \dot{m}_1 \cdot \frac{c_{p,1}}{c_{p,2}} \quad (4)$$

2.3 Systemauslegung

Anhand der Wetterdaten von Stuttgart soll eine solare Deckung von 60 % für das vorliegende Zapfprofil erzielt werden. Zunächst wurde ein Durchlauf mit den Standardparametern durchgeführt, um den Gesamtwärmebedarf des Systems zu ermitteln. Dieser beträgt jährlich 3240 kWh. Der solare Jahresertrag q_{sol} wurde mit 450 kWh pro m^2 Kollektorfläche geschätzt. Daraus ergibt sich eine Kollektorfläche von

$$A_{kol} = \frac{Q_{Bedarf} \cdot f_{sol}}{q_{sol}} = \frac{3240 \text{ kW} \cdot \text{h} \cdot 0,6}{450 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{m}^2} = 4,32 \text{ m}^2 \quad (5)$$

Bei 50 L/ m^2 Speichervolumen entspricht dies einem 200..250 l Speicher. Für die Simulation wurden beide Größen auf 5 m^2 respektive 250 L aufgerundet und eine Solare Deckung von

$$f_{sol,in} = \frac{Q_{sol}}{Q_{sol} + Q_{aux}} = \quad (6)$$

beziehungsweise

$$f_{sol,out} = \frac{Q_{sol} - Q_{verl,Sp}}{Q_{TWW+RH} + Q_{Zirk}} = \quad (7)$$

unter Berücksichtigung der Verluste erzielt.

3 Parametervariation

3.1 Kaltwasser- und Umgebungstemperatur des Speichers

Im Rahmen der Parametervariation wurden die Kaltwassertemperatur und die Umgebungstemperatur des Speicherraums in 5-Grad-Schritten von 5..30°C variiert. Insgesamt

wurden somit 36 Simulationen durchgeführt. Abbildung 2 zeigt die erzielte solare Deckung inklusive Verlusten.

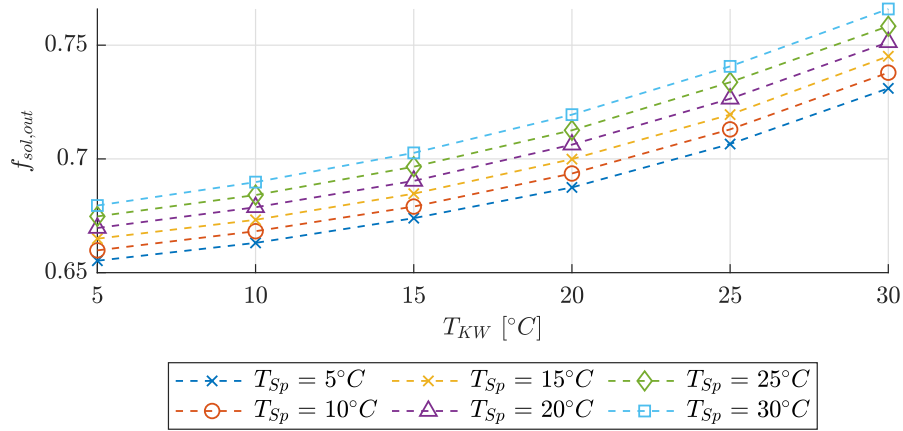


Abb. 2: Parametervariation Kaltwasser und Speicher

Mit zunehmender Raumtemperatur und Kaltwassertemperatur steigt die solare Deckung an. Die Zulufttemperatur hat hierbei den größeren Einfluss von fast 10 %, da sie in direkt proportional in den Wärmebedarf einfließt. Die Speicherverluste spielen nur eine untergeordnete Rolle, da der Speicher isoliert ist. Innerhalb der Parametergrenzen unterscheidet sich die solare Deckung um etwa 3 %, was jährlich 100 kWh mehr Solarertrag entspricht.

3.2 Rohrlänge und Dämmung

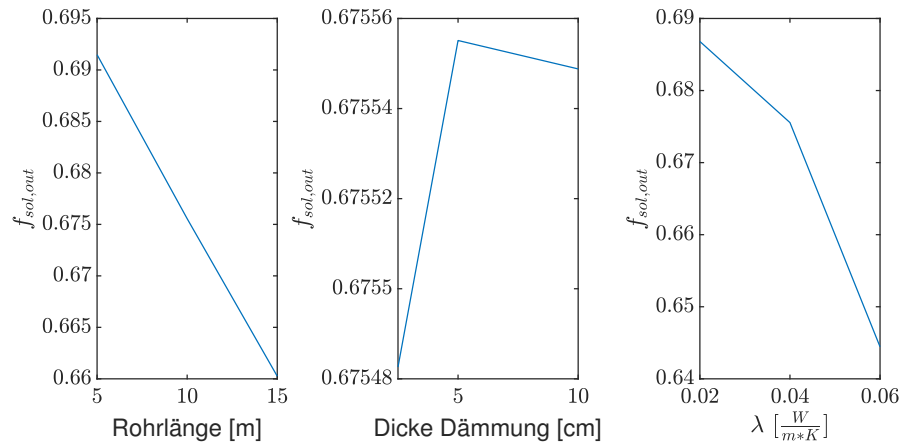


Abb. 3: Parametervariation Dämmung

4 Optimierung der Kollektorparameter