



Jan Loretan



Marcel Schmuki

Diplomanden	Jan Loretan, Marcel Schmuki
Examinator	Prof. Dr. Markus Friedl
Experte	Dr. Marc Thuillard, Belimo, Hinwil ZH
Themengebiet	Thermo- und Fluidodynamik
Projektpartner	Hoval AG, Feldmeilen ZH

Regelalgorithmus für den optimierten Betrieb einer Wärmepumpe

Volumenstromregelung

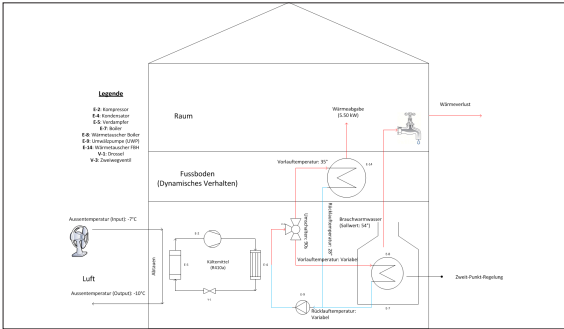


Abbildung 1: Systemübersicht

Aufgabenstellung: Das betrachtete System ist ein Einfamilienhaus und besteht aus einer Luft-Wasser-Wärmepumpe, einer Bodenheizung und einem Speicher für Brauchwarmwasser sowie einer drehzahlgeregelten Umwälzpumpe gemäss Abbildung 1. Sie kann umgeschaltet werden zwischen dem Beheizen der Bodenheizung oder der Produktion von Brauchwarmwasser. Weil der normal vorhandene Speicher für die Fussbodenheizung wegfällt, gibt es weniger Wärmeverluste. Da die Wärmepumpe nur die gerade benötigte Temperatur zur Verfügung stellen muss, kann sie effizienter arbeiten.

Vorgehen: Die Abbildung 2 zeigt die Wärmeabgabe in Abhängigkeit der Vorlauftemperaturen bei konstantem Volumenstrom und konstanter Aussentemperatur. Q_{Wp} visualisiert ein erarbeitetes mathematisches Modell. Beim Schnittpunkt der beiden Kurven stellt sich ein Wärme Gleichgewicht ein: Die Wärmepumpe liefert gleich viel Leistung, wie die Fussbodenheizung an den Raum abgibt. Wird die Vorlauftemperatur kleiner gewählt, liefert die Wärmepumpe mehr. Das Umgekehrte trifft auch zu: Bei grösserer Vorlauftemperatur gibt der Fussboden mehr Wärme ab, als von der Wärmepumpe geliefert wird. Die Folge ist, dass die Vorlauftemperatur abnimmt – bis zum Schnittpunkt beider Kennlinien. Das Wärme Gleichgewicht wird für unterschiedliche Volumenströme durchgeführt. Mit den entsprechenden Daten kann man den COP (Leistung über Aufwand) für verschiedene Volumenströme darstellen.

Fazit: Aus der Abbildung 3 ist ersichtlich, dass bei einem Volumenstrom von $3,7 \text{ m}^3/\text{h}$ der beste COP erreicht wird. Der Volumenstrom muss unter der Berücksichtigung der Systemgrenzen (Kreislauf, T_{Umgebung} , Vorlauftemperatur, Q_{Wp} und $Q_{\text{Kreislauf}}$) geregelt werden.

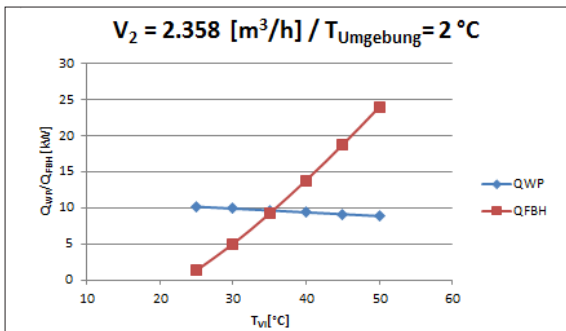


Abbildung 2: Modellerstellung

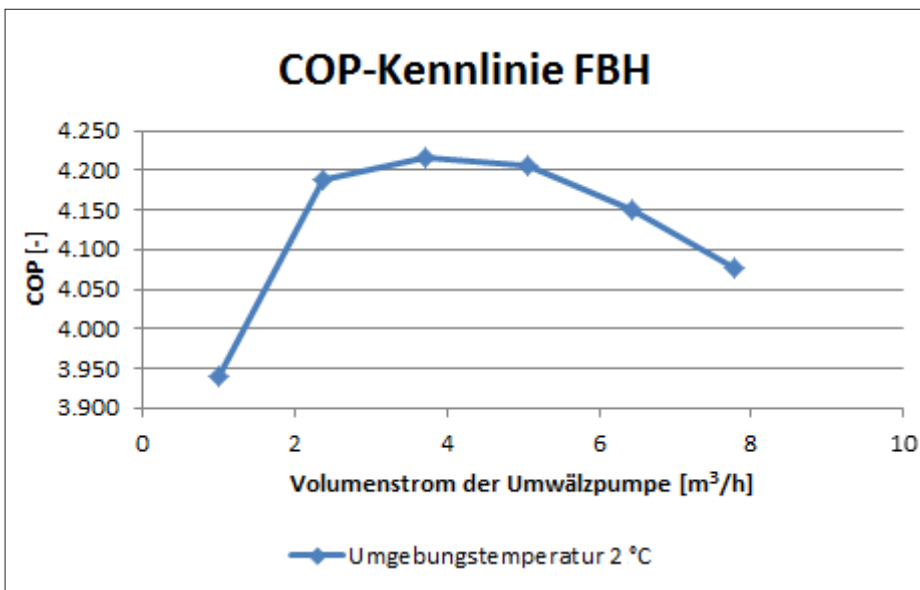


Abbildung 3: COP der Fussbodenheizung bei Umgebungstemperatur von $2 \text{ }^\circ\text{C}$