



Tobias Hug

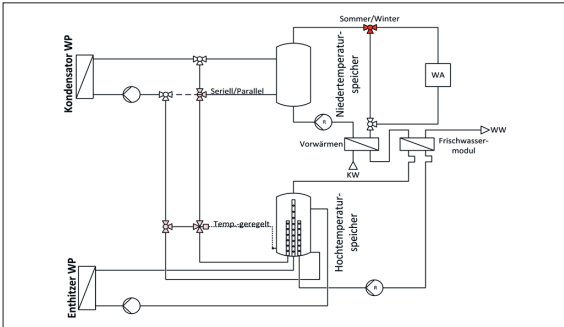


Fabian Wetter

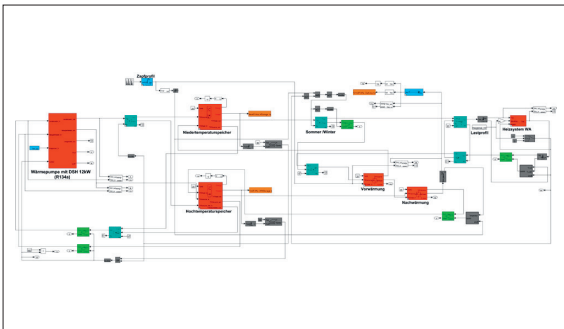
Diplomanden	Tobias Hug, Fabian Wetter
Examinator	Prof. Carsten Wemhöner
Experte	Bernard Thissen, Energie solaire SA, Sierre, VS
Themengebiet	Gebäudetechnik, Bauphysik

Wärmepumpen-Warmwassersysteme

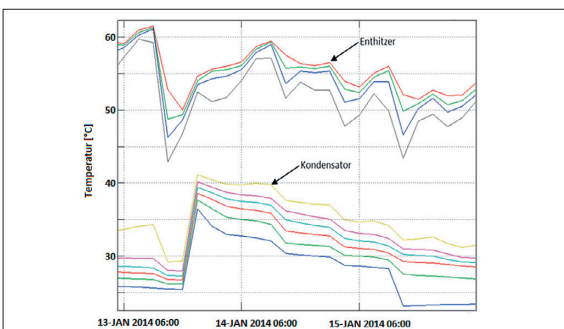
Ergänzung, Modellierung und Vergleich von Wärmepumpenkonzepten



RI-Schema, Wärmepumpe R134a mit Enthitzer (Frischwassersystem)



Simulink-Modell, Wärmepumpe R134a mit Enthitzer (Frischwassersystem)



Temperaturverlauf Hochtemperaturspeicher, Wärmepumpe R134a mit vorgeschaltetem Enthitzer

Ausgangslage: Ziel dieser Arbeit ist es, ein komponentenaufgelöstes Wärmepumpenmodell zu programmieren, um in der Simulationsumgebung Matlab-Simulink verschiedene Wärmepumpen-Warmwassersysteme hinsichtlich Auslegung, Regelung und Energieeffizienz zu untersuchen. Dazu sollen auch die Eigenschaften verschiedener Kältemittel analysiert werden. Die Simulationen und Modelle sind zu validieren und mit gängigen Warmwassersystemen zu vergleichen.

Vorgehen: Als Grundlage der Bachelorarbeit wurde ein detailliertes, komponentenaufgelöstes Wärmepumpenmodell, gemäss den thermodynamischen Prozessen, erarbeitet und mithilfe von Lookup Tables in Systemsimulationen integriert. Es wurden eine herkömmliche Sole-Wasser-Wärmepumpe und eine Wärmepumpe mit vorgeschaltetem Enthitzer mit dem Kältemittel R134a sowie eine CO₂-Wärmepumpe mit zwei Gaskühlern programmiert und in die Simulationsumgebung implementiert. Als Simulationsobjekt wurde ein für die Schweiz typisches Mehrfamilienhaus mit sechs Wohnungen gewählt. Dieses wurde modelliert und mit typischen Nutzungsverhalten und Wetterdaten ergänzt. Es stellt die Grundlage für die Lastprofile von Heizung und Warmwasser dar. Anschliessend wurden verschiedene Varianten von Warmwassersystemen aufgestellt, dimensioniert und in die Simulationsumgebung übertragen.

Ergebnis: Die Simulationen haben gezeigt, dass sich eine temperaturgestufte Auskopp- lung für die Warmwassererzeugung in Mehrfamilienhäusern nur dann lohnt, wenn die Wärmepumpe mit dem Enthitzer das Warmwasser und gleichzeitig mit dem Kondensator ein tieferes Temperaturniveau erzeugen kann. Dafür muss der Enthitzungsanteil bzw. die Sauggasüberhitzung der Wärmepumpe genügend gross sein, wie dies beispielsweise mit einem internen Wärmetauscher umgesetzt werden kann. Kombispeicher sind eine gute Alternative zu zwei getrennten Speichern, da durch das grössere Volumen die Bildung zweier unterschiedlicher Temperaturniveaus begünstigt wird. CO₂-Wärmepumpen eignen sich für Mehrfamilienhäuser eher weniger, da die Kühlung eines zweiten Gaskühlers mit Kaltwasser nur ungenügend realisiert werden kann. Besteht die Möglichkeit einer Sole- vorwärmung oder einer alternativen Kühlungsmethode, erreicht die CO₂-Wärmepumpe jedoch eine sehr gute Effizienz und ist gerade für die Warmwassererzeugung geeignet. Im Allgemeinen hat sich gezeigt, dass Frischwassersysteme energetisch sehr effizient realisiert werden können.