

# **Bachelorarbeit**

## **Modellierung einer Inverterwärmepumpenanlage**

### **mit anschließender Parameterstudie**

#### **Angefertigt von Lars Horstmeyer**

Das Ziel dieser Arbeit war es, ein Simulationsmodell einer Wärmepumpenheizungsanlage zu erstellen, welches die wichtigsten Größen Verdichterdrehzahl, Heizleistung sowie Vor- und Rücklauftemperatur des Heizkreises quantitativ gut abbildet. Anschließend sollten mit Hilfe dieses Modells im Rahmen einer Parameterstudie verbesserte Reglereinstellungen für die Anlage ermittelt werden, die ein gutes Arbeitsverhalten der Wärmepumpe ermöglichen. Die verbesserten Reglereinstellungen sollen zu einer Steigerung von Laufruhe und Effizienz der Wärmepumpe führen.

Zunächst wurde ein vorläufiges Wärmepumpenmodell in Matlab/Simulink angepasst, um eine im Feldtest aufgestellte drehzahlgeregelte Inverter- Luft- Wasser- Wärmepumpe WPL 25 IK-2 der Firma Stiebel Eltron abzubilden. In diesem Modell waren bereits die Berechnungsvorschriften der Wärmepumpenregelung zur Ermittlung der Regelabweichung und des Stellsignals des Reglers hinterlegt. Der Regelkreis war zu diesem Zeitpunkt noch nicht geschlossen. Zur Komplettierung des Modells und zur Schließung des Regelkreises wurde das Modell zunächst um die Drehzahlberechnung des Wärmepumpenverdichters erweitert. Anschließend wurden die Wärmeübertragungsvorgänge der Radiatorheizung und des Hauses in das Simulationsmodell eingebunden. Dazu wurden aus den Energiebilanzgleichungen dieser beiden Systeme Differentialgleichungen gebildet, mit deren Hilfe die Heizkreistemperatur der Radiatorheizung und die Raumtemperatur des Hauses berechnet werden. Anschließend wurde der Regelkreis geschlossen.

Die Validierung des Modells erfolgte anhand aufgezeichneter Messdaten des Feldtestgerätes. Mit dem erstellten Modell kann die genaue Verdichterdrehzahl berechnet werden. Die Heizleistung wird mit einer Abweichung von maximal 0,7 kW abgebildet. Die Abweichungen bei der Berechnung der Heizkreistemperaturen beschränken sich auf einen Maximalwert von 2,1°C.

Zuletzt wurde eine Parameterstudie durchgeführt um Reglereinstellungen zu ermitteln, bei denen ein möglichst günstiges Arbeitsverhalten der Wärmepumpe gegeben ist. Im Rahmen der Parameterstudie wurde zunächst der Einfluss der einstellbaren Regelparameter untersucht. Anschließend wurden verbesserte Reglereinstellungen für die modellierte Anlage ermittelt. Mit diesen Einstellungen fährt die Wärmepumpe bei hohen Außentemperaturen einen gemäßigten Taktbetrieb mit geringen Verdichterdrehzahlen. Bei geringen Außentemperaturen geht die Wärmepumpe ebenfalls mit niedrigen Verdichterdrehzahlen in den Dauerbetrieb über sodass eine niedrige Geräuschbelastung gewährleistet ist. In beiden Fällen wird die Lufttemperatur im Haus auf einem konstanten Wert gehalten wodurch ein angenehmer Wohnkomfort gegeben ist. Das Ziel dieser Arbeit eine Inverterwärmepumpenanlage in der Simulationsumgebung Matlab/Simulink abzubilden und daran verbesserte Reglereinstellungen zu ermitteln ist somit erreicht worden.