

Thermisch-hydraulische Modellierung der Ringleitung-Wärmeversorgungsanlage eines Industriebetriebs

Kathrin Weihe

Betreuer:
M. Sc. Kai Kruppa

13. September 2016

Hiermit erkläre ich, die vorliegende Arbeit selbstständig durchgeführt und keine weiteren Hilfsmittel und Quellen als die angegebenen genutzt zu haben.

Hamburg, 13. September 2016

Kathrin Weihe

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	6
1.1	Motivation	6
1.2	Problemstellung	6
1.3	Zielsetzung	6
1.4	Aufbau der Arbeit	6
2	Stand der Technik	7
2.1	Thermodynamik von Heizkreisen	7
2.1.1	Erzeuger	7
2.1.2	Verbraucher	7
2.2	Charakterisierung des Heizkreises der LMT Fette Werkzeugtechnik GmbH & Co. KG	7
2.2.1	Aufbau des Heizkreises	7
2.2.2	Verfügbare Messdaten	7
2.2.3	Betriebsmodi des Heizkreises	7
2.2.4	Vereinfachte Heizkreisdarstellung	7
2.3	Modellbildung	7
2.3.1	White box	7
2.3.2	Grey box	7
2.3.3	Black box	7
2.4	Parameteridentifikation	7
2.4.1	Methode der kleinsten Quadrate	7
2.4.2	Subspace Identifikation mit N4SID	7
3	Modellentwurf und Simulation	8
3.1	Randbedingungen	8
3.1.1	Untersuchte Modi	8
3.1.2	Einfluss des Kompressors	8
3.1.3	Qualität der Messdaten	8
3.2	Modellbeschreibung	8
3.2.1	Inputs und Outputs	8
3.2.2	Blockschaltbild	8
3.3	Parameteridentifikation der Untersysteme	8

3.3.1	Volumenstrom	8
3.3.2	Vorlauftemperatur	8
3.3.3	Wärmemenge	8
3.3.4	Rücklauftemperatur	8
4	Auswertung	9
4.1	Validierung der Untersysteme	9
4.1.1	Volumenstrom	9
4.1.2	Vorlauftemperatur	9
4.1.3	Wärmemenge	9
4.1.4	Rücklauftemperatur	9
4.2	Simulationsergebnisse des Gesamtmodells	9
4.2.1	Validierung	9
4.2.2	Einfluss der Flussumkehr auf die Simulationsergebnisse	9
4.2.3	Fehlerquellen	9
5	Zusammenfassung und Ausblick	10

Formelzeichen und Indizes

1 Einleitung

1.1 Motivation

1.2 Problemstellung

1.3 Zielsetzung

1.4 Aufbau der Arbeit

2 Stand der Technik

2.1 Thermodynamik von Heizkreisen

2.1.1 Erzeuger

2.1.2 Verbraucher

2.2 Charakterisierung des Heizkreises der LMT Fette Werkzeugtechnik GmbH & Co. KG

2.2.1 Aufbau des Heizkreises

2.2.2 Verfügbare Messdaten

2.2.3 Betriebsmodi des Heizkreises

2.2.4 Vereinfachte Heizkreisdarstellung

2.3 Modellbildung

2.3.1 White box

2.3.2 Grey box

2.3.3 Black box

2.4 Parameteridentifikation

2.4.1 Methode der kleinsten Quadrate

2.4.2 Subspace Identifikation mit N4SID

3 Modellentwurf und Simulation

3.1 Randbedingungen

3.1.1 Untersuchte Modi

3.1.2 Einfluss des Kompressors

3.1.3 Qualität der Messdaten

3.2 Modellbeschreibung

3.2.1 Inputs und Outputs

3.2.2 Blockschaltbild

3.3 Parameteridentifikation der Untersysteme

3.3.1 Volumenstrom

3.3.2 Vorlauftemperatur

3.3.3 Wärmemenge

3.3.4 Rücklauftemperatur

4 Auswertung

4.1 Validierung der Untersysteme

4.1.1 Volumenstrom

4.1.2 Vorlauftemperatur

4.1.3 Wärmemenge

4.1.4 Rücklauftemperatur

4.2 Simulationsergebnisse des Gesamtmodells

4.2.1 Validierung

4.2.2 Einfluss der Flussumkehr auf die Simulationsergebnisse

4.2.3 Fehlerquellen

5 Zusammenfassung und Ausblick