

5 Fazit und Ausblick

In der vorliegenden Arbeit wurde ein Regelungssystem entworfen. Dabei wurden geeignete Mikrocontroller und Funkmodule ausgewählt. Anhand des Verhaltens der Regelstrecke und der Zielsetzung der Regelung wurde der Regler bestimmt. Außerdem wurde ein Konzept zur Positionsbestimmung von Personen unter den Heizmatten entwickelt. Schließlich wurde die Implementierung und Charakterisierung der Regelung beschrieben.

Die Effekte des, in die anderen Zonen abfließenden, Wärmestroms sind sichtbar. Die maximale Erwärmung von Zone 2 beträgt $0,5\text{ °C}$. Um dieses Defizit zu beheben, muss ähnlich wie in [4] bei nicht ausreichendem Energieeintrag der Heizmatten in einer Zone, auf die Heizleistung der angrenzenden Zonen zurückgegriffen werden. Daraus ergibt sich eine komplexe Mehrgrößenregelung. Im Zuge dessen sollte der Einfluss der adaptiven Regelung weitergehend betrachtet werden.

Der Sensor zum Messen der operativen Temperatur ist das entscheidende Glied im Regelkreis. Ein Vergleich der, mit dem selbst hergestellten Sensor, gemessenen operativen Temperatur mit einem professionellen Globethermometer ist sinnvoll, um Abweichungen auszumachen. Der Einfluss der Position des Sensors im Raum sollte untersucht werden. Daraus folgend ergibt sich die Frage, wie der Sensor verbaut werden soll. Als mobile Fernsteuerung mit integriertem Sensor oder soll an jedem Arbeitsplatz oder in jedem Zimmer ein stationäres Thermostat angebracht werden? Wie in Abschnitt 4 erwähnt, sollten die Werte des Sensors gefiltert werden. In der vorliegenden Arbeit wurde dies nachträglich zum Verbessern der Übersichtlichkeit der Diagramme angewandt. Alternativ ist der Einsatz eines Kondensators möglich, der parallel zum Vorwiderstand des Spannungsteilers KTY81 geschaltet wird (vgl. [14]).

Für die Regelung der übrigen zwei Heizzonen werden weitere HSS-Platinen benötigt. Im Zuge dessen kann eine neue Platine entworfen werden, die auf die veränderten Gegebenheiten angepasst ist. Dabei ist darauf zu achten, dass an den Ausgänge des Mikrocontrollers maximal $3,3\text{ V}$ Spannung anliegen. High-Side-Switches benötigen in der Regel eine minimale Eingangsspannung von 5 V . Deshalb ist auf eine geeignete Kaskadierung zweier HSS zurückzugreifen. Alternativ kann ein MOSFET, der das Signal vom Mikrocontroller auf 5 V hochsetzt und ein nachgeschalteter HSS verwendet werden. Die zweite Möglichkeit ist zulässig, da die Leistung des MOSFETs so gering ist, dass auf die integrierte Überwachungslogik eines HSS verzichtet werden kann. Moderne HSS besitzen einen Innenwiderstand von weniger als $10\text{ m}\Omega$, was nur ein Drittel so groß ist wie der des aktuell verbauten HSS. Zur Kühlung des HSS wird momentan eine große Kühlrippe eingesetzt. Durch einen verringerten Innenwiderstand kann diese passive Kühleinheit verkleinert werden. Um eine möglichst kleine Bauform zu ermöglichen, muss die optimale Struktur und Größe der Kühleinheit untersucht werden.

Dabei ist darauf zu achten, dass die entstehende Wärmeleistung zuverlässig abgeführt wird. Auf eine aktive Kühlung ist dabei zu verzichten, da sich die Platine des HSS in Wohn- oder Arbeitsräumen befinden wird. Außerdem sollte die Machbarkeit einer Modularisierung der Leistungseinheit betrachtet werden. Im Fall des Versuchsraumes, in dem zwei Heizmatten direkt nebeneinander montiert sind, wäre es sinnvoll die zwei notwendigen Leistungseinheiten über ein Bus-System miteinander zu verbinden.

Wie bei [35] kann der PI(D)-Regler durch maschinelles Lernen erweitert werden. Die durch die Reglerauslegung vorgegebenen Parameter der Regelung können angepasst und, wie in der zitierten Arbeit, die energieeffizienteste Kombination ausgewählt werden. Das ermöglicht eine sich selbst an die Raum- und Benutzergegebenheiten anpassende Regelung ohne ständige Kalibrierung des Systems.

Die Positionsbestimmung muss weiterentwickelt werden. Das Detektieren von Objekten mit einem Abstand von mehr als 50 cm ist nicht möglich, da die Spannungsänderung von der Amplitude der 50 Hz Netzfrequenz überlagert wird. Eventuell verringert sich der Einfluss, wenn die Schaltung der Positionsbestimmung auf einer geätzten oder gefrästen Platine aufgebaut wird. Während den Versuchen wurde lediglich ein Steckbrett verwendet, auf dem relativ lange ungeschirmte Leitungen verbaut waren. Außerdem sollten andere Sensoren in Betracht gezogen werden, die ebenfalls statische Objekte zuverlässig erkennen können.

In privaten Haushalten wird der Großteil der zum Heizen erforderlichen Energie morgens und abends benötigt, die meiste Energie steht jedoch mittags zur Verfügung. Um das Stromnetz zu entlasten, muss die durch Photovoltaik gewonnene elektrische Energie gespeichert werden. In der vorangegangenen Arbeit [14] wurden Überlegungen zu den Speichermöglichkeiten angestellt. In [1] werden Lithium-Ionen- und Vanadium-Redox-Akkumulatoren als geeignete Technologien für den stationären Einsatz in Wohngebäuden genannt.