# 7 Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit war die Untersuchung von Self-Tuning-Regelstrategien zur Steigerung der Energieeffizienz energieautarker Funksensoren. Im Mittelpunkt stand die Frage, ob durch den Einsatz eines adaptiven Reglers in Kombination mit einer Vorhersagefunktion die Anzahl der notwendigen Messwertübertragungen reduziert werden kann, ohne die Regelgüte wesentlich zu beeinträchtigen.

Zu Beginn wurden die theoretischen Grundlagen energieautarker Funksensoren, klassischer PID-Regler sowie adaptiver Self-Tuning-Regler erläutert. Dabei zeigte sich, dass insbesondere die drahtlose Kommunikation einen wesentlichen Anteil am Energieverbrauch eines Sensorknotens besitzt. Daraus ergibt sich ein erhebliches Potenzial zur Energieeinsparung durch eine Verringerung der Kommunikationshäufigkeit.

Zur Untersuchung des Regelverhaltens wurde zunächst ein thermisches Raummodell in MATLAB/Simulink aufgebaut. Anschließend wurden sowohl ein klassischer PID-Regler als auch ein Self-Tuning-Controller implementiert und miteinander verglichen. Die Simulationen zeigten, dass der Self-Tuning-Regler Änderungen der Streckeneigenschaften selbstständig erkennt und seine Reglerparameter kontinuierlich anpasst. Dadurch konnte auch bei veränderten Systembedingungen eine gute Regelgüte aufrechterhalten werden, ohne dass eine manuelle Nachparametrierung erforderlich war.

Auf Grundlage der während der Online-Identifikation bestimmten Modellparameter wurde eine Vorhersagefunktion entwickelt. Diese ermöglicht die Abschätzung des zukünftigen Temperaturverlaufs zwischen zwei Messzeitpunkten und bildet die Grundlage einer energieeffizienten Mess- und Kommunikationsstrategie. Durch das Bündeln mehrerer Messwerte und die Nutzung der Vorhersage konnten längere Mess- und Sendeintervalle realisiert werden, wodurch die Anzahl der Funkübertragungen deutlich reduziert wurde.

Der entwickelte Ansatz wurde anschließend auf einem Mikrocontroller implementiert und anhand eines realen Versuchsaufbaus untersucht. Die Ergebnisse bestätigten, dass die adaptive Regelstrategie auch unter praktischen Bedingungen zuverlässig arbeitet. Gleichzeitig zeigte sich, dass sich durch die Reduzierung der Kommunikationsvorgänge ein erhebliches Energieeinsparpotenzial ergibt, während die Regelgüte bei geeigneter Wahl der Mess- und Sendeintervalle weitgehend erhalten bleibt.

Insgesamt konnte gezeigt werden, dass die Kombination aus Self-Tuning-Regelung und modellbasierter Vorhersage einen vielversprechenden Ansatz für energieautarke Funksensoren darstellt. Durch die Nutzung der ohnehin im Self-Tuning-Regler vorhandenen Streckenidentifikation lassen sich zusätzliche Vorhersagen ohne aufwendige Modellbildung realisieren. Dadurch wird es möglich, den Energieverbrauch drahtloser Sensorknoten zu

reduzieren, ohne die Leistungsfähigkeit des Regelkreises wesentlich einzuschränken. Die Ergebnisse dieser Arbeit bilden somit eine Grundlage für die Entwicklung energieeffizienter Regelungs- und Kommunikationsstrategien in ressourcenbeschränkten Systemen.