

# ZUSAMMENFASSUNG DER DISSERTATION

**Universität Rostock**  
**Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät**  
Institut für Mathematik

Promotionsgebiet: Mathematik  
Betreuer: Prof. Dr. Kurt Frischmuth  
Doktorand: Willi Gerbig  
E-Mail: willi.gerbig@uni-rostock.de

## **Modellierung und Systemidentifikation eines Einraum-Heizsystems mit Reinforcement Learning KI-Pumpensteuerung**

### **Englische Zusammenfassung**

When developing new algorithms, pump manufacturers initially use benchmark models such as that of a single-room heating system to carry out computer simulations. Most such models are created with Dymola or Matlab Simulink and can therefore map complex physical relationships very accurately, but require relatively long computing times, which makes them rather inefficient and also the development of new control strategies more difficult.

In this thesis, a new strategy for controlling the speed of a pump in a heating system is proposed. To this end, the existing benchmark model of a single-room heating system, which was created in Dymola, is first used as the basis for a far more efficient, new, mathematical model, which is implemented using the Julia programming language. The following investigation of the identification possibilities of the parameters of the Julia model answers the question, whether model-free or model-based approaches are preferable for the new control strategy. Finally, with the help of model-free AI approaches from the field of reinforcement learning, a new method for controlling the speed of the pump is presented, using the limited data available to the pump during operation. A comparison between the new AI-based algorithm and the existing strategies of the leading pump manufacturers shows the strength of the new approach.

### **Deutsche Zusammenfassung**

Für die Entwicklung neuer Algorithmen nutzen Pumpenhersteller im ersten Schritt Benchmark-Modelle wie das eines Einraum-Heizsystems, um Simulationen am Rechner durchzuführen. Die meisten solcher Modelle werden mit Dymola oder Matlab Simulink erstellt und können dadurch zwar komplexe physikalische Zusammenhänge sehr genau abbilden, benötigen dafür allerdings relativ lange Rechenzeiten, was sie eher ineffizient macht und die Entwicklung von neuen Steuerstrategien erschwert.

In dieser Arbeit wird eine neue Strategie für die Steuerung der Drehzahl einer Pumpe in einem Heizsystem vorgeschlagen. Zu diesem Zweck wird als Erstes das bestehende Benchmark-Modell eines Einraum-Heizsystems, welches in Dymola erstellt wurde, als Basis für ein weit effizienteres, neues, mathematisches Modell genutzt, das mit der Programmiersprache Julia implementiert wird. Die darauf folgende Untersuchung der Identifikationsmöglichkeiten der Parameter des Julia-Modells beantwortet die Frage, ob für die neue Steuerstrategie modellfreie oder modellbasierte Ansätze vorzuziehen sind. Mithilfe von modellfreien KI-Ansätzen aus dem Gebiet des Reinforcement Learnings wird schließlich ein neues Verfahren zur Regelung der Drehzahl der Pumpe präsentiert, wobei dieses mit den wenigen Daten auskommt, die der Pumpe während ihres Betriebes zur Verfügung stehen. Ein Vergleich zwischen dem neuen, auf KI beruhenden Algorithmus und den existierenden Strategien der führenden Pumpenhersteller zeigt die Stärke des neuen Ansatzes.