

# Abstract

In this bachelor thesis complex models for the electric motor, battery and air conditioning are implemented in an existing energy management system (EMS) for electric vehicles. This EMS, named cARMa, is based on a multi agent system for ARM microcontrollers. By implementing these models it is possible to compare cARMa and another existing software simulation, in which the same models are included, to evaluate the EMS. Based on this two more optimization algorithms a simplex algorithm and a genetic algorithm next to an already implemented marketbased algorithm are implemented, which distribute the energy in an optimal way to various components. Furthermore the performance of the optimization algorithms are evaluated compared to the performance of the software simulation to check the practicality of this EMS. With this EMS the theoretical results from the software simulation could be confirmed on an EMS based on hardware agents. Using the EMS resulted in an increased range of up to 45% compared to an electric vehicle without an EMS.

**Keywords:** energy management system, EMS, multi agent system, MAS, electric vehicle, electric car

# Kurzfassung

In dieser Bachelorarbeit wurden in ein Energiemanagementsystem (EMS) für Elektroautos mit dem Namen cARMa, welches auf einem Multi-Agenten System für ARM Mikrocontroller basiert, physikalische Modelle für den Motor, die Batterie und die Klimaanlage implementiert. Diese Modelle sollen eine Vergleichbarkeit zwischen einer Softwaresimulation, welche ebenfalls ein Multi-Agenten EMS und diese Fahrzeugmodelle beinhaltet, und dieser Hardwaresimulation ermöglichen. In das EMS der Hardwaresimulation wurden neben dem schon existierenden marktbasierten Algorithmus ein Simplex und ein genetischer Algorithmus implementiert, welche die optimale Verteilung der Energie auf die Fahrzeugkomponenten berechnen. Des Weiteren wurde die Leistungsfähigkeit der Optimierungsalgorithmen beurteilt und mit den Ergebnissen der Softwaresimulation verglichen, um die Realisierbarkeit und den Gewinn eines Multi-Agenten EMS beurteilen zu können. Durch die Nutzung des EMS konnten die Ergebnisse der Softwaresimulation bestätigt werden und die Reichweite des elektrischen Autos in den untersuchten Szenarien um bis zu 45 Prozent gegenüber einem elektrischen Auto ohne EMS gesteigert werden.

**Stichwörter:** Energie Management System, EMS, Multiagentensystem, MAS, elektrisches Fahrzeug, Elektroauto