

# Kurzfassung

**Stichwörter:** Nichtlineare Modellprädiktive Regelung (NLMPC), Thermalsystem, Elektrofahrzeug, Reglerschrittweite, Rechenzeit, Energieeinsparung

Die geringe Reichweite von Elektrofahrzeugen sorgt weiterhin für eine geringe Akzeptanz und ein eingeschränktes Kaufverhalten in der Gesellschaft. Im Rahmen dieser Arbeit wird das Kühlsystem des Antriebsstrangs eines Elektrofahrzeugs untersucht, welches über eine modellprädiktive Regelung (MPC) die temperaturabhängigen Verluste der Antriebskomponenten minimiert und dadurch die Reichweite der Elektrofahrzeuge erhöhen soll. Während die Trägheit des Systems für einen energieoptimalen Betrieb der Komponenten einen langen Prädiktionshorizont fordert, führt dieser aufgrund der Nichtlinearitäten des Systemmodells zu massiven Rechenzeiten. Aus diesem Grund wird eine Schrittweiterehöhung des Reglers angestrebt, wodurch das Optimierungsproblem des Reglers trotz langer Prädiktionshorizonte in absehbarer Zeit gelöst werden soll. Hierzu werden die Ansätze der Abtastung, linearen und nichtlinearen Mittelung der Prädiktionseingänge für eine Schrittweiterehöhung betrachtet. Im ersten Schritt wird die Auswirkung dieser Ansätze auf das Verhalten des Systemmodells untersucht. Insbesondere über die nichtlineare Mittelung lässt sich eine signifikante Schrittweiterehöhung realisieren, während das Streckenverhalten beziehungsweise der Temperaturverlauf der originalen Schrittweite weiterhin mit hoher Genauigkeit dargestellt werden kann. Die Ergebnisse der Streckenuntersuchung weichen für die Abtastung sowie die lineare Mittelung für höhere Integrationsschrittweiten zwar deutlicher ab, jedoch lässt sich auch hier eine signifikante Schrittweiterehöhung erzielen. Obwohl in der Streckenbetrachtung Schrittweiten bis zu 60s die Tendenzen des Originalverlaufs repräsentieren können, führen Instabilitäten des Reglers bei solch hohen Schrittweiten zu Simulationsabbrüchen in dem geschlossenen Regelkreis. Dennoch lässt sich die Reglerschrittweite derart erhöhen, dass die Rechenzeit der Simulationen um ein Vielfaches reduziert werden kann.

---

# Abstract

**Keywords:** Nonlinear Model Predictive Control (NLMPC), Thermal system, Battery Electric Vehicle (BEV), computation time, control step size

The low range of Battery Electric Vehicles (BEVs) is still responsible for a low acceptance in the automotive market. In this work, the controller of the cooling system of a BEV power train will be examined, which is supposed to increase the range of Battery Electric Vehicles. The approach is a Model Predictive Controller (MPC), which minimizes the temperature dependent losses of the powertrain. The slowly changing temperatures of the cooling systems require a long prediction horizon, while the computing time of the optimization increases significantly for a longer horizon due to nonlinearities in the system model. Therefore, the goal of this work is to increase the control step size of the MPC. The optimization problem is supposed to be solvable for longer prediction horizons in a limited simulation time. Different approaches of sampling, linear and nonlinear averaging of the prediction inputs for extending the step size will be analyzed. The first step is to inspect the influence of these approaches on the system model. Especially the nonlinear averaging method enables high integration step sizes for the model, while the resulting temperature development represents the original traces with a very high accuracy. The sampling and linear averaging methods lead to a more significant error in the system temperatures, but still represent the original traces in an acceptable manner. Even though the plant model can be integrated with a step size of up to 60s and result in low accuracy errors, the controller becomes unstable for such high sample times. Nonetheless the sample time of the controller can still be increased, which reduces the computation time of the simulation significantly.