

Kurzfassung

Eine große Herausforderung in der Entwicklung von Betriebsstrategien für moderne Nfz-Dieselmotoren ist die Reduktion des CO₂-Ausstoßes bei gleichzeitigem Einhalten der Emissionsvorschriften. Eine solche Optimierung unterliegt dabei einem Zielkonflikt.

Eine optimierte Betriebsstrategie kann helfen, die CO₂-Emissionen zu minimieren, und gleichzeitig den Emissionsausstoß, vor allem NO_x, sicher unterhalb des gesetzlichen Limits zu halten.

Um die CO₂- und NO_x-Emissionen schon während der Fahrt zu beurteilen, wird die Equivalent Emission Minimization Strategy angewandt. Dabei wird eine CO₂-Minimierung mit Randbedingung, dem kumulierten NO_x-Ausstoß am Ende einer Fahrt, umformuliert in ein unbeschränktes Optimierungsproblem zur Minimierung einer gewichteten Summe aus CO₂ und NO_x. Hierfür werden Gewichtungsfaktoren zum Verrechnen der unterschiedlichen Emissionen benötigt, die vorab nicht bekannt sind.

Für künftige Fahrzeuge wird in dieser Arbeit eine Lösung zur Berechnung im Steuergerät entwickelt, die den Fokus der Optimierung in Abhängigkeit von der Umsatzrate des SCR-Katalysators anpasst. Anhand von Simulationsergebnissen kann gezeigt werden, wie eine CO₂-Optimierung bei sicherer Einhaltung des NO_x-Limits erreicht werden kann. Hierzu werden Modelle zur Beschreibung des Motor- und AGN-Verhaltens entwickelt und in eine Regelstruktur integriert.

In einem zweiten Lösungsansatz werden anhand von prädiktiven Daten erhöhte künftige Schadstoffausstöße frühzeitig detektiert und Gegenmaßnahmen ergriffen. In der Simulation lassen sich damit vielversprechende Ergebnisse erzielen. Dieses Verhalten wird anhand verschiedener Zyklen dargestellt.

In dieser Arbeit werden in der Simulation Potenziale ermittelt, die in weitergehenden Studien am Prüfstand oder am realen Fahrzeug zu validieren sind.

Abstract

One of the main challenges in the development of operating strategies for modern Diesel-engines in commercial vehicles is the reduction of the CO₂ emissions while complying the emission limits. The optimization of both targets is characterized by a conflict of the two mentioned goals.

An optimal operation strategy can help solving the following problem: On the one hand the CO₂ emissions have to be minimized. On the other hand the pollution emissions have to be kept safely below the legal limits.

For validation of CO₂- and NO_x-emissions already during the test cycle the Equivalent Emission Minimization Strategy is used. Instead of minimizing the CO₂-emissions while holding constraints, especially the cumulated NO_x-emissions at the end of a cycle, it reformulates the problem in an unconstrained optimization problem. It minimizes a weighted sum of CO₂- and NO_x-emissions. However, weighting factors are needed which are not known a priori.

In this thesis a solution for future vehicles is presented that is able to calculate different optimization goals in real-time by considering the conversion rate of the SCR catalyst. Different simulated results show how to minimize CO₂ emissions while achieving a demanded NO_x limit. Therefore models for describing the engine's and exhaust gas aftertreatment system's behaviors are developed and integrated into a control structure.

A second solution targets at detecting high pollution emissions in advance by using predictive data. Auspicious results can be achieved by simulation. This behavior is presented in different driving cycles.

The results and capabilities shown in this thesis are determined by simulation. These should be validated in further studies focusing on test rig or real vehicles.