

Entwicklung eines kapazitiven Rußsensors

M.Sc. Robin Werner

Zusammenfassung

Zur Einhaltung der Rußemissionsgrenzwerte bezüglich Masse und Anzahl werden heutzutage serienmäßig Dieselpartikelfilter (DPF) in Dieselfahrzeuge eingebaut. Um die Funktionsfähigkeit der DPF zu überwachen ist zudem in der Gesetzgebung eine On-Board-Diagnose vorgeschrieben. Ziel dieser Arbeit war die Entwicklung eines kapazitiven Rußsensors. Die Entwicklung beinhaltete die Teilbereiche Simulation, Sensorherstellung, Messaufbauentwicklung sowie Messungen am Motorprüfstand.

Grundlage des Sensors bildet ein Aluminiumoxid-Substrat mit siebgedruckten Pt-Interdigitalelektroden. Um Kurzschlüsse der Elektroden durch leitfähigen Ruß zu verhindern wurden die Elektroden durch eine sehr dünne Aluminiumoxid-Schicht isoliert. Die wenige Mikrometer dünne Schicht wurde mit der am Lehrstuhl vorhandenen Aerosol-Depositions-Methode (ADM) realisiert und gewährleistet eine sehr dünne, temperaturbeständige und dichte Isolation der Elektroden, was durch REM-Aufnahmen und Impedanzspektren nachgewiesen wurde.

Im ersten Teil der Arbeit wurde dieser Sensor an einem zwei-dimensionalen Modell mit der Simulationssoftware COMSOL Multiphysics® simuliert. Die Abscheidung einer Rußschicht auf der Isolationsschicht hat eine Veränderung des elektrischen Feldes zu Folge. Aus dieser Änderung resultiert auch eine Veränderung der Kapazität. Durch die Simulationen konnte der Einfluss der Geometrieparameter sowie das Anlagerungsverhalten und die Anlagerungsgeschwindigkeiten auf die Kapazitätsänderung simuliert werden.

Im zweiten Teil wurde ein Messaufbau entwickelt, der eine automatisierte Messung der Kapazität ermöglicht. Mit der neuen Elektronik und Software kann ein getakteter Messablauf gewährleistet werden, bei dem zwischen einer Gleichspannung für die gezielte Elektrophorese geladener Rußpartikel und der Wechselspannung für eine Kapazitätsmessung gewechselt werden kann.

Die Messungen am Motorprüfstand haben gezeigt, dass sich mit der entwickelten Elektronik auch ein stabiles Messsignal auswerten lässt. Versuche bei unterschiedlichen Spannungen zur Elektrophorese zeigten, dass sich ab einer gewissen Spannung die Rußanlagerungen nicht mehr beschleunigen lassen. Außerdem wurden unterschiedliche Einbauorientierungen sowie Polaritätswechsel bei der Elektrophorese untersucht. Eine Betrachtung der Kapazitätsänderung bezogen auf die Partikelmasse hat ergeben, dass eine Relation zwischen Kapazitätsänderung und Partikelmasse besteht.

Kontakt

Dr.-Ing. Gunter Hagen

Telefon: +49 921 55 7401

E-Mail: Gunter.Hagen@Uni-Bayreuth.de