

Untersuchung von Einflussparametern auf die hochfrequenz- gestützte Beladungserkennung von Dieselpartikelfiltern

Florian Seufert, M.Sc.

Zusammenfassung

Das Ziel dieser Arbeit war es den Einfluss der Parameter Feuchte und Temperatur auf die hochfrequenz-gestützte Beladungsmessung von Rußpartikelfiltern zu untersuchen. Hierzu wurde in der vorliegenden Arbeit zunächst ein unbeschichteter Aluminiumtitanat (Al_2TiO_3)-Dieselpartikelfilter (DPF) am Motorprüfstand mit 5,1 g Ruß pro Liter Filtervolumen beladen. Während der Beladung wurden der Differenzdruck und die HF-Streuparameter aufgenommen. Bei ansteigender Beladung verschob sich der Parameter IS_{21} zu niedrigeren dB-Werten.

Im Anschluss daran wurden aus dem Rußpartikelfilter Bohrkerne herausgesägt, welche in einem eigens dafür gebauten Canning weiter untersucht wurden. Dies geschah im Gasstrom einer Sensortestanlage. Zunächst wurde das Hochfrequenzverhalten des Aufbaus ohne Füllung der Kavität experimentell charakterisiert und mittels der Software Comsol simulativ validiert. Dann erfolgten die eigentlichen Untersuchungen, bei denen der Resonator entweder leer, mit einem stark beladenen (5,29 g/ l_{DPF}), teilweise beladenen (3,39 g/ l_{DPF}) oder rußfreien DPF gefüllt war. Die Temperatur wurde zwischen 80 °C bis 500 °C variiert. Die absolute Feuchte im Gasstrom wurde bei jeder Temperatur im Bereich von 0 Vol.% bis 10 Vol.% verändert. Zur qualitativen und quantitativen Bewertung wurde der Mittelwert von IS_{21} in einem Frequenzband von 2 GHz ab der TE_{111} -Mode herangezogen.

Die Messungen zeigten, dass ein Anstieg der Temperatur mit einer Verschiebung des Mittelwertes von IS_{21} zu niedrigeren dB-Werten einherging. Dieses Verhalten kann mit einer Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit sowohl des DPF-Materials als auch des Rußes erklärt werden. Zudem konnte man eine deutliche Verstärkung des Temperatureinflusses mit steigender Rußbeladung feststellen. Die Zudosierung von H_2O hatte im berußten Zustand einen leichten Anstieg des Mittelwertes von IS_{21} zur Folge. Es kann vermutet werden, dass sich die Feuchte zwischen und in den Rußpartikeln einlagert und so deren Leitfähigkeit herabsetzt. Des Weiteren stellte sich mit Anwachsen der Rußbeladung eine Verstärkung des eben genannten Effektes ein. Im unbeladenen Zustand zeigte sich weniger stark ausgeprägtes und gegensätzliches Verhalten, was mit der höheren Leitfähigkeit des Wassers im Vergleich zum reinen DPF-Material zu erklären ist. Bei den in dieser Arbeit gewählten Grenzen der variierten Parameter T und F war der Feuchte-Einfluss auf den Mittelwert von IS_{21} im Vergleich zum Temperatureinfluss und dem der Rußbeladung sehr gering. Eine Temperaturkorrektur wäre in einer späteren automobilen Anwendung notwendig.

Zwischen den Temperatur- und Feuchtevariationen wurde der zunächst rußbeladene Bohrkern kontrolliert in zwei Schritten durch die Zugabe von Sauerstoff bei einer Temperatur größer 620 °C freigebrannt. Die Hochfrequenzparameter zeigten bei der Rußoxidation komplementäres Verhalten zur zuvor erfolgten Beladung. Der Mittelwert von IS_{21} spiegelte gut den Kohlenstoffabbau wieder.

Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Ralf Moos

Telefon: +49 921 55 7400

E-Mail: Ralf.Moos@Uni-Bayreuth.de