

Vorwort der Herausgeber	i
Zusammenfassung	iii
Summary	vii
Inhaltsverzeichnis	ix
1 Einleitung	1
2 Grundlagen	3
2.1 Partikel bei Verbrennungsmotoren	3
2.1.1 Rußpartikel	4
2.1.2 Aschepartikel	7
2.2 Abgaspartikelfilter	7
2.3 Hochfrequenzgestützte Messverfahren	10
2.4 Stand der Technik	14
2.4.1 Überwachung der Ruß- und Aschebeladung von Partikelfiltern	14
2.4.2 Hochfrequenzgestützte Diagnose von Abgasnachbehandlungssystemen	16
2.4.3 Materialcharakterisierung mittels hochfrequenzgestützter Methoden	18
3 Zielsetzung und Aufbau der Arbeit	21
4 Experimentelle Methoden	23
4.1 Untersuchte Benzinpartikelfilter	23
4.1.1 Filtersubstrate	23
4.1.2 Beladung der Partikelfilter mit Motorruß	25
4.1.3 Beladung der Partikelfilter mit synthetischem Ruß	29
4.1.4 Bestimmung der Rußbeladung	30
4.1.5 Aschebeladene Partikelfilter	31
4.2 Hochfrequenzmessaufbauten	33
4.2.1 Aufbau zur Vermessung von Wabenkörperfilter	33
4.2.2 Aufbau zur Vermessung von Probenschüttungen	35
4.2.3 Auswertung des Hochfrequenzsignals	37
4.3 Finite-Elemente-Modellierung	39

5 Bestimmung der dielektrischen Eigenschaften von Ruß mittels der Hohlraumstörungsmethode	41
5.1 Vermessung rußbeladener Filterproben im Hochfrequenzresonator	41
5.2 Mischungsregeln zur Beschreibung effektiver dielektrischer Eigenschaften	44
5.2.1 Mischungsregeln bei rußbeladenen Filterproben	44
5.2.2 Mischungen von rußbeladenem Filtersubstrat und Luft	47
5.2.3 Mischungen von Filtersubstrat und Rußpartikeln	54
6 Hochfrequenzgestützte Messungen an rußbeladenen Filterproben	57
6.1 Vermessung von Probenschüttungen	57
6.1.1 Dielektrische Eigenschaften des Filtersubstrat	57
6.1.2 Dielektrische Eigenschaften des Rußes	60
6.1.3 Einfluss von Temperatur	62
6.2 Vermessung von Filterbohrkernen	64
6.2.1 Hochfrequenzsignal bei rußbeladenen Filtern	66
6.2.2 Einfluss der Temperatur	72
6.2.3 Einfluss der Abgasfeuchte	75
6.3 Methoden zur Korrektur des von der Rußart abhängigen Hochfrequenzsignals	79
7 Modellierung eines Benzinpartikelfilters	83
7.1 Theoretische Modellierung	83
7.1.1 Strömungsverhalten	85
7.1.2 Temperaturverteilung	88
7.1.3 Rußeinlagerung	89
7.1.4 Rußoxidation	93
7.1.5 Hochfrequenzsignal	95
7.2 Validierung des Simulationsmodells am Motorprüfstand	96
7.2.1 Vorhersage der Rußbeladung	98
7.2.2 Vorhersage des Differenzdruckssignals	100
7.2.3 Vorhersage des Hochfrequenzsignals	101
7.3 Simulationsbasierte Beurteilung von Quereinflüssen auf die Beladungsüberwachung	103
8 Einfluss von Asche auf die hochfrequenzgestützte Zustanddiagnose	107
8.1 Hochfrequente Eigenschaften von Asche	107
8.2 Hochfrequenzsignal bei aschebeladenen Filtern	110
9 Zusammenfassung und Ausblick	115
Anhang	121
A Modenbilder der betrachteten Resonanzen	121
B Oxidationsverhalten der am Motorprüfstand erzeugten Rußproben	122

C Hochfrequenzsignale der Proben bei Grenz- und Referenzkraftstoff	128
D Modellparameter	131
Abkürzungen und Symbole	135
Literaturverzeichnis	141
Verzeichnis eigener Publikationen	159
Urheberrechtshinweise	163
Danksagung	165