

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	vii
Abstract	ix
Nomenklatur	xiii
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Zielsetzung der Arbeit	1
1.3 Aufbau der Arbeit	2
2 Grundlagen	3
2.1 Motorische Emissionen	3
2.2 Rußbildungsmechanismen	6
2.2.1 Elementarkohlenstoffhypothese	6
2.2.2 Acetylentheorie	7
2.3 Rußzusammensetzung und Rußstruktur	11
2.4 Rußoxidation	15
2.4.1 Katalysierte Oxidation	16
2.4.2 Rußoxidationsreaktivität	17
2.5 Partikelreduzierung	18
2.5.1 Innermotorische Partikelreduzierung	19
2.5.2 Außermotorische Partikelreduzierung	20
2.5.3 Partikelfilterregeneration	21
2.6 Grundlagen der Modellierung	22
2.6.1 Maschinelles Lernen	22
2.6.2 Bewertungsmetrik	24
2.6.3 Kreuzvalidierung	25
2.7 Modellierungsansätze	26
2.7.1 Regressionsmodelle	26
2.7.2 Random Forest	27
2.7.3 Neuronales Netzwerk	29
3 Stand der Technik und Forschung	31
3.1 Einfluss der Kraftstoffformulierungen auf das Emissionsverhalten von Dieselmotoren	31
3.1.1 Emissionsminderungspotenzial infolge der Kraftstoffformulierung	33
3.2 Einfluss der dieselmotorischen Verbrennung auf die Rußreaktivität	35
3.2.1 Betriebspunktseitige Einflüsse	35
3.2.2 Kraftstoffseitige Einflüsse	38
4 Versuchsaufbau, Messtechnik und Analysemethoden	41
4.1 Versuchsträger und Prüfstands Aufbau	41

4.2	Emissionsanalyse und Messtechnik	43
4.2.1	Gasförmige Emissionen	43
4.2.2	Partikelemissionen	43
4.2.3	Rußprobengenerierung	44
4.3	Analyse der Rußreaktivität mittels thermogravimetrischer Analyse (TGA)	44
4.4	Analyse der Rußstruktur mittels hochauflösender Transmissionselektronenmikroskopie (HRTEM)	46
5	Ergebnisse und Diskussion	47
5.1	Einfluss der verschiedenen Betriebsparameter auf die Rußreaktivität	47
5.1.1	Einfluss des Verbrennungsluftverhältnisses	47
5.1.2	Einfluss der Abgasrückführrate	50
5.1.3	Einfluss des Einspritzzeitpunkts	53
5.1.4	Einfluss des Einspritzdrucks	56
5.1.5	Einfluss der Motorlast	59
5.2	Einfluss der verschiedenen Kraftstoffe auf den Motorbetrieb	63
5.2.1	Thermodynamischer Einfluss	63
5.2.2	Emissionsminderungspotential	65
5.2.3	Einfluss auf die Rußreaktivität	71
5.2.4	Einfluss auf die Rußstruktur	80
5.3	Untersuchungen zur Übertragbarkeit anhand eines weiteren Versuchsträgers	83
5.3.1	Emissionsminderungspotential	84
5.3.2	Einfluss auf die Rußreaktivität	86
5.3.3	Vergleich zwischen Einzylinder und Vollmotor	88
6	Modellvorhersage der Rußreaktivität	91
6.1	Modellvergleich der unterschiedlichen Ansätze zur Vorhersage der Rußreaktivität der Einzylinderdaten	91
6.1.1	Datenauswahl	91
6.1.2	Modellierungsansatz	92
6.1.3	Modellvalidierung und -vergleich	94
6.2	Validierung der Modelle zur Überprüfung der Allgemeingültigkeit an weiterem Versuchsträger	97
7	Zusammenfassung und Ausblick	101
7.1	Zusammenfassung	101
7.2	Ausblick	103
	Abbildungsverzeichnis	105
	Tabellenverzeichnis	109
	Literaturverzeichnis	111
	Anhang	127