

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Motivation	1
2	Forschungsstand.....	4
2.1	Abgasnachbehandlungssysteme	4
2.1.1	Abgasnachbehandlung bei Ottomotoren	4
2.1.2	Abgasnachbehandlung bei Dieselmotoren	5
2.1.3	Zielkonflikt Abgasnachbehandlung bei niedrigen Temperaturen.....	7
2.2	Europäische Gesetzgebung	8
2.2.1	Emissionsmessung WLTC – RDE	8
2.2.2	Motorkaltstart	11
2.2.3	Abgasgrenzwerte	12
2.3	Abgaszusammensetzung	13
2.3.1	Ottomotorische Verbrennung.....	15
2.3.2	Dieselmotorische Verbrennung.....	17
2.4	Belagsbildung in abgasführenden Bauteilen	18
2.4.1	Ottomotorische Ablagerungen	18
2.4.2	Dieselmotorische Ablagerungen	19
3	Grundlagen	21
3.1	Ablagerungsmechanismen.....	21
3.1.1	Sedimentation	22
3.1.2	Elektrostatische Abscheidung.....	22
3.1.3	Diffusion	23
3.1.4	Kondensation	23
3.1.5	Diffusiophorese	24
3.1.6	Thermophorese.....	25
3.1.7	Impaktion.....	25
3.1.8	Interzeption	26
3.1.9	Einfluss des Strömungszustandes.....	26
3.2	Ablagerungsschichten.....	28
3.2.1	Zusammensetzung	28
3.2.2	Schichtwachstum	29
3.2.3	Schichtreduktion.....	30
3.2.4	Einfluss durch Bauteiloberflächen.....	31
3.3	Abgasemissionen des Verbrennungsmotors	32
3.3.1	Chemische Wechselwirkungen bei der ottomotorischen Verbrennung	32
3.3.2	Chemische Wechselwirkungen bei der dieselmotorischen Verbrennung.....	34

4	Versuchsdurchführung	36
4.1	Prüfstands Aufbau	36
4.1.1	Probenträger	37
4.1.2	Messsysteme	39
4.1.3	Messmethodik zur Belagsuntersuchung	40
4.1.4	Messmethodik zur (optischen) Kondensatanalyse	42
4.2	Fahrzyklen	44
4.2.1	WLTC	45
4.2.2	RDE	46
5	Ergebnisse und Diskussion	48
5.1	Parametervariation	48
5.1.1	Umgebungstemperatur	49
5.1.2	Fahrzyklus	52
5.1.3	Lasteinheit	59
5.1.4	Position der Probeplättchen	61
5.2	Kondensatanalyse	63
5.2.1	Kondensatbildung	64
5.2.2	Kondensatzusammensetzung	67
5.3	Belagsanalyse	70
5.3.1	Langzeitablagerungen	70
5.3.2	Optische Analyse der Ablagerungen	73
5.3.3	Zusammensetzung der Belagsschicht	77
5.3.4	Eigenschaften der Belagsschicht	80
5.3.5	Belagsreaktivität	82
6	Modellhafte Beschreibung	89
6.1	Zielsetzung der modellhaften Beschreibung	89
6.2	Phänomenologischer Ansatz der Belagsbildung	90
6.2.1	Einfluss durch die Umgebungstemperatur	90
6.2.2	Einfluss durch das Motorbetriebsverhalten	92
6.3	Mathematischer Ansatz der Belagsbildung	94
6.3.1	Korrelation zwischen otto- und dieselmotorischen Ablagerungen	96
7	Zusammenfassung und Ausblick	98
7.1	Zusammenfassung	98
7.2	Ausblick	100

Nomenklatur	102
Abbildungsverzeichnis	106
Tabellenverzeichnis	110
Literaturverzeichnis	111
Anhang.....	121