

Inhaltsverzeichnis

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

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

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