



Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	v
Abstract	vii
Nomenklatur	I
1 Einleitung	1
2 Stand der Technik	5
2.1 Serienanwendung von NO _x -Speicher-katalysatoren	7
2.2 Funktionsweise von NO _x -Speicher-katalysatoren	8
2.2.1 Einfluss der Temperatur auf die Katalysatorwirkungsgrade	9
2.2.2 Einfluss der Raumgeschwindigkeit und des Beladungszustandes auf die Katalysatorwirkungsgrade	11
2.3 Unerwünschte Begleiterscheinungen beim NO _x -Speicher-katalysator	12
2.3.1 Verschwefelung des NO _x -Speicher-katalysator	12
2.3.2 Thermische Nebeneffekte am NO _x -Speicher-katalysator	13
2.3.3 Chemische Nebeneffekte am NO _x -Speicher-katalysator	15
2.4 Anordnungsprinzipien des NO _x -Speicher-katalysators	17
2.5 Motorverhalten im DeNO _x -Betrieb	20
3 Aufgabenstellung	23
4 Grundsatzbetrachtungen zum DeNO_x-Betrieb	25
4.1 Drehzahl- und Lastprofil des Motors	25
4.2 Anforderung an das Motorabgas	30
4.3 Vergleichsprozesse zum DeNO _x -Betrieb	36
4.3.1 Konventionen	36
4.3.2 Übertragbarkeit auf den realen Motor	42
4.4 Parameterstudien zum DeNO _x -Betrieb	45
4.4.1 Ausgangsbetrachtung	45
4.4.2 Einfluss der Brennstoffmassenaufteilung auf die Rußbildung	46



4.4.3	Einfluss der Brennstoffmassenaufteilung auf die Rußoxidation	52
4.4.4	Einfluss der Brennstoffmassenaufteilung auf den Mitteldruck	56
4.4.5	Einfluss der Anfangszustände und der Restgasrate auf den Prozess	58
4.5	Zusammenfassung der Grundsatzbetrachtungen zum DeNOx- Betrieb	66
5	Komponentenversuche zum DeNOx-Betrieb	69
5.1	Motorversuch zur Teillastproblematik	71
5.2	Einspritzintervall-Ermittlung	75
5.3	Einspritzraten-Ermittlung	80
5.4	Einspritz-Strahlkammerversuche	81
5.5	Zusammenfassung der Vorversuche zum DeNOx-Betrieb	92
6	Thermodynamisches Strahlmodell	93
6.1	Grundgleichungen des thermodynamischen Strahlmodells	94
6.1.1	Grundlegende Beziehungen	94
6.1.2	Die Ein- und Zweiphasenströmung	96
6.1.3	Vergleich von Mess- und Simulationsergebnissen	103
6.2	Bestimmung der Verdampfungsrate	105
7	Motorversuche zum Teillastbetrieb	107
7.1	Zündverzugsuntersuchungen	108
7.2	Druckverlaufsanalyse	113
7.2.1	Einbindung der Verdampfungsrate in die Druckverlaufsanalyse	113
7.2.2	Wandwärmeübertragungsmodell	117
7.2.3	Restgasmodell	118
7.3	Konstruktive Einflüsse auf das Androsselungspotential	119
7.3.1	Einfluss des Verdichtungsverhältnis	120
7.3.2	Einfluss der Düsengröße	128
7.4	Einfluss des Brennstoffs auf das Androsselungspotential	131
7.5	Einfluss der Motordrehzahl auf das Androsselungspotential	135
7.6	Einfluss der Einlasstemperatur und der Abgasrückführrate auf das Androsselungspotential	137



7.7 Zusammenfassung der Motorversuche zum Teillastbetrieb	145
8 Zusammenfassung und Ausblick	149
Anhang A	153
Erweiterter Gleichraumprozess	153
A.1 Luftverhältnisse und bezogene Brennstoffmassen	153
A.2 Zustandsänderungen und Zustandsgrößen	156
A.3 Berechnung der Abgastemperatur	161
Anhang B	163
Versuchsmotor und Messtechnik	163
Anhang C	169
Das Brennstoffmodell	169
Die Mischungsbruchverteilung im Einspritzstrahl	176
Die Brennstoffverdampfung	178
Das Zündmodell	183
Literatur	185