

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>I</b>
<b>Formelzeichen .....</b>	<b>IV</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Grundlagen .....</b>	<b>3</b>
2.1 Gesetzlich limitierte Emissionen im Dieselmotor.....	3
2.1.1 Emissionen im Dieselmotor .....	3
2.1.2 Gesetzgebung und Normen – RDE .....	6
2.1.3 Maßnahmen zur Emissionsminderung.....	8
2.2 Abgasrückführung.....	10
2.2.1 Wirkmechanismen und Auswirkungen der AGR .....	10
2.2.2 Konzepte der Abgasrückführung .....	11
2.3 Aufladung von Verbrennungsmotoren .....	13
2.3.1 Abgasturboaufladung.....	16
2.3.2 Mehrstufige und parallele Aufladesysteme .....	21
2.3.3 Elektrisch unterstützte Aufladung .....	24
2.3.4 Zusammenspiel der Abgasturboaufladung und der AGR.....	27
2.4 Stand der Technik.....	28
2.4.1 Abgasrückführung in vollastnahen Bereichen .....	28
<b>3 Untersuchungsmethodik .....</b>	<b>30</b>
3.1 Motorprüfstand mit variabler Luftstrecke.....	30
3.1.1 Versuchsträger .....	30
3.1.2 Variabler Luftpfad.....	31
3.1.3 Steuerung und Programmierung des Prüfstandes und des Motors.....	33
3.2 Echtzeit-Simulation von Aufladesystemen .....	43
3.2.1 Kopplung des Gaspfadmodells mit dem Prüfstand .....	49

---

3.2.2	Modellierung der zweistufigen Aufladung .....	51
3.2.3	Modellierung der Registeraufladung .....	55
3.2.4	Modellierung der elektrisch unterstützten Aufladung .....	58
<b>4</b>	<b>Ergebnisse der Grundlagenuntersuchungen zur Hochlast-AGR .....</b>	<b>61</b>
4.1	Stationäre Betrachtung der Hochlast-AGR .....	61
4.1.1	Einfluss der AGR im Hochlastbereich .....	62
4.1.2	AGR mit Ladedruckanhebung .....	67
4.2	Ladedruckaufbau bei dynamischen Anforderungen .....	73
4.2.1	Variation des Ladedruck-Gradienten .....	74
4.2.2	Vorspannung der Ladeluftstrecke .....	75
4.2.3	AGR-Variation in der Dynamik .....	76
<b>5</b>	<b>Ladedruckerhöhung mittels verschiedener Aufladesysteme .....</b>	<b>79</b>
5.1	Zweistufige Aufladung (Reihenschaltung) .....	79
5.1.1	Einfluss der AGR auf das zweistufige Aufladesystem .....	79
5.1.2	Einfluss der Ladedruckanhebung auf das zweistufige Aufladesystem .....	81
5.1.3	Dynamisches Verhalten der zweistufigen Aufladung .....	83
5.2	Registeraufladung .....	88
5.2.1	Einfluss der ND-AGR auf die Registeraufladung .....	88
5.2.2	Einfluss der Ladedruckanhebung auf die Registeraufladung ..	89
5.2.3	Dynamisches Verhalten der Registeraufladung .....	91
5.3	Elektrisch unterstützte Aufladung .....	95
5.3.1	Einfluss der Ladedruckanhebung .....	95
5.3.2	Dynamik mit EZV .....	97
5.4	Vergleich der dargestellten Aufladesysteme .....	98
5.4.1	Stationäres Verhalten .....	98
5.4.2	Dynamisches Betriebsverhalten .....	100
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>103</b>

---

<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>106</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>117</b>
<b>Anhang.....</b>	<b>121</b>