

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Formelzeichen	IV
1 Einleitung	1
2 Grundlagen	3
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 volllastnahen Bereichen	28
3 Untersuchungsmethodik	30
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
4	Ergebnisse der Grundlagenuntersuchungen zur Hochlast-AGR	61
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
5	Ladedruckerhöhung mittels verschiedener Aufladesysteme	79
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
6	Zusammenfassung und Ausblick.....	103

Literaturverzeichnis	106
Abbildungsverzeichnis	117
Anhang.....	121