

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Problemstellung	2
1.2	Regelungstechnische Verfahren zur Motorsteuerung	4
1.3	Zielsetzung	5
1.4	Vorgehen	5
2	Vorausbetrachtungen und Konzeptentwicklung	7
2.1	Besonderheiten dieselmotorischer Brennverfahren	7
2.2	Steuerbarkeit dieselmotorischer Brennverfahren	11
2.3	Beurteilung bekannter Ansätze zur Steuerung neuer Dieselmotorenverfahren	13
2.4	Abgrenzung	17
2.5	Konzeption eines zylinderdruckbasierten Motormanagements	18
2.5.1	Wahl der Führungsgrößen zur Verbrennungssteuerung	19
2.5.2	Gesamtstruktur des zylinderdruckbasierten Motormanagements	27
3	Beschreibung des Entwicklungssystems	31
3.1	Versuchsträger	31
3.2	Konventionelle Motorsteuerung	33
3.2.1	Seriengassystemregelung	34
3.2.2	Verbrennungsregelung	37
3.3	Ventiltriebsystem	38
3.4	Entwicklungsumgebung	40
3.4.1	Prüfstandsmesstechnik und Steuergerätekonfiguration	41
3.4.2	Rapid-Prototyping-System	42
3.4.3	Echtzeit-Indiziersystem	43
3.4.4	Messdatenauswertung und Offline-Prozessanalyse	43
4	Modellierung des Gaszustands auf Basis des Zylinderdrucks	45
4.1	Einführung	45
4.2	Struktur des Gesamtmodells und Sensorkonfiguration	48

4.3	Brennraummodell	49
4.3.1	Gastemperatur im Brennraum	51
4.3.2	Restgasmasse im Brennraum	58
4.3.3	Interne Abgasrückführmasse	59
4.3.4	Gesamtgasmasse im Brennraum	61
4.3.5	Sauerstoffgehalt im Brennraum	65
4.4	Modellierung wichtiger Größen des externen Gassystems	70
4.4.1	Hochdruckabgasrückführmassenstrom	72
4.4.2	Niederdruckabgasrückführmassenstrom	73
4.4.3	Externe Abgasrückführrate	73
4.5	Validierung des zylinderdruckbasierten Gaszustandsmodells	75
4.5.1	Stationärergebnisse am Motorprüfstand	75
4.5.2	Transientergebnisse am Motorprüfstand	81
5	Strategie zur Regelung des Gaszustands im Zylinder	83
5.1	Einführung	83
5.2	Aufbau der Regelungsstruktur	85
5.3	Zylinderindividuelle Einstellung der Gasmasse im Brennraum	88
5.3.1	Funktionsblock „Vorsteuerung“	89
5.3.2	Funktionsblock „Zylinderindividueller Regler“	91
5.3.3	Funktionsblock „Saugrohrdruckregelung“	92
5.3.4	Funktionsblock „Ladedruckregelung“	93
5.3.5	Veranschaulichung des Funktionsprinzips der Gasmassenregelung	93
5.4	Zylinderindividuelle Einstellung des Sauerstoffgehalts im Brennraum	95
5.4.1	Funktionsblock „Vorsteuerung“	96
5.4.2	Funktionsblock „Zylinderindividueller Regler“	97
5.4.3	Funktionsblock „AGR-Koordinator“	98
5.4.4	Funktionsblock „Externe AGR-Regelung“	99
5.4.5	Funktionsblock „Interne AGR-Steuerung“	100
5.4.6	Funktionsblock „Restgassteuerung“	102
5.5	Steuerung der Ladungsbewegung	102
5.6	Koordination der Gaswechselventile	103
6	Konzepterprobung am Motorprüfstand	105
6.1	Untersuchung des Regelverhaltens	105
6.1.1	Konventionelle Dieselverbrennung	106
6.1.2	Brennverfahrenswechsel	111
6.1.3	Teilhomogene Dieselverbrennung	114

6.2	Untersuchung des Emissionsverhaltens	120
6.2.1	Konventionelle Dieselerbrennung	120
6.2.2	Teilhomoene Dieselerbrennung	122
6.2.3	Zyklusergebnisse	124
7	Zusammenfassung und Ausblick	127
	Literaturverzeichnis	XI
	Symbolverzeichnis	XIX