

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|----------|
| Vorwort | V |
| Abbildungsverzeichnis | XI |
| Tabellenverzeichnis | XVII |
| Abkürzungsverzeichnis | XIX |
| Symbolverzeichnis | XXI |
| Kurzfassung | XXVII |
| Abstract | XXXI |
| 1 Einleitung | 1 |
| 2 Stand der Technik | 3 |
| 3 Modellierung des Motorprozesses | 7 |
| 3.1 Grundlagen zur Druckverlaufsanalyse | 7 |
| 3.1.1 Zylinderdruckindizierung | 7 |
| 3.1.2 Nulllinienfindung | 9 |
| 3.2 Nulldimensionale Modellierung des Verbrennungsprozesses | 11 |
| 3.2.1 Grundlagen des thermodynamischen Systems Brennraum | 11 |
| 3.2.2 Wärmeübergang im Brennraum | 16 |
| 3.2.3 Brennraumwandtemperaturmodell | 23 |
| 3.3 Stoffeigenschaften des Arbeitsgases | 24 |
| 3.3.1 Chemisches Gleichgewicht | 24 |
| 3.3.2 Gleichgewichtsrechnung für Rauchgas | 26 |
| 3.3.3 Kalorische Stoffeigenschaften | 30 |
| 3.4 Heizverlaufsrechnung | 34 |
| 3.5 Charakteristische Verbrennungskennwerte | 36 |
| 3.5.1 Indizierter Mitteldruck | 37 |
| 3.5.2 Globale Umsatzpunkte der Verbrennung | 38 |
| 3.5.3 Anteil einzelner Einspritzungen am energetischen Gesamtumsatz | 41 |

| | |
|--|-----------|
| 3.5.4 Massenmitteltemperatur im Brennraum | 42 |
| 4 Analyse verschiedener Sonderbrennverfahren | 45 |
| 4.1 Sonderbrennverfahren beim Pkw-Dieselmotor | 45 |
| 4.1.1 Heizbrennverfahren | 46 |
| 4.1.2 Dieselpartikelfilterregeneration | 48 |
| 4.1.3 HC-Light-off Brennverfahren | 51 |
| 4.2 Analyse des Wärmekraftprozesses mittels Kreisprozessrechnung | 52 |
| 5 Versuchsaufbau | 61 |
| 5.1 Versuchsträger | 61 |
| 5.2 Flexibles Motorsteuergerät FI ^{2RE} | 61 |
| 5.3 Prototyping- und Schnittstellenmodul ES910 | 63 |
| 6 Regelung der Verbrennungslage und -form bei Sonderbrennverfahren | 65 |
| 6.1 Definition des Regelkonzeptes | 65 |
| 6.1.1 Verbrennungslageregelung | 68 |
| 6.1.2 Verbrennungsformregelung | 80 |
| 6.2 Ergebnisse der Regelkonzepterprobung | 81 |
| 6.3 Ergebnisse der Potentialanalyse | 88 |
| 7 Modellbasierte Verbrennungsregelung bei Sonderbrennverfahren | 97 |
| 7.1 Definition des Regelkonzeptes | 97 |
| 7.2 Modellierung der Abgastemperatur vor Turbine | 99 |
| 7.2.1 Modellierung der Gastemperatur im Brennraum | 100 |
| 7.2.2 Modellierung der Abgastemperaturänderung zwischen Brennraum und Turbine | 104 |
| 7.3 Ergebnisse der Erprobung des Abgastemperaturmodells | 111 |
| 7.4 Modellierung eines virtuellen Druckverlaufes ohne Nachverbrennung | 115 |
| 7.4.1 Analyse des Polytropenexponenten in der Expansion | 115 |
| 7.4.2 Ergebnisse der Verifizierung der Polytropenexponentenapproximation | 118 |
| 7.4.3 Ergebnisse der Modellierung der Expansion ohne Nachverbrennung | 120 |

| | |
|--|------------|
| 7.5 Funktionsstruktur des Regelkonzeptes | 123 |
| 7.6 Ergebnisse der Regelkonzepterprobung | 125 |
| 8 Schlussfolgerung und Ausblick | 131 |
| Literaturverzeichnis | 133 |
| Anhang | 141 |