

# Inhaltsverzeichnis

|                                                                 |            |
|-----------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Nomenklatur .....</b>                                        | <b>VII</b> |
| <b>1 Einleitung.....</b>                                        | <b>1</b>   |
| 1.1 Motivation .....                                            | 1          |
| 1.2 Zielsetzung .....                                           | 3          |
| <b>2 Grundlagen der Dual-Fuel-Verbrennung.....</b>              | <b>5</b>   |
| 2.1 Einordnung der Brennverfahren .....                         | 5          |
| 2.2 Reaktionsmechanismen der Kohlenwasserstoff Verbrennung..... | 6          |
| 2.3 Relevante Zündverzugs Einflussgrößen .....                  | 11         |
| 2.4 Modellvorstellung der homogenen Selbstzündung .....         | 12         |
| 2.5 Schadstoffentstehung .....                                  | 13         |
| 2.6 Dual-Fuel-Brennverfahren.....                               | 18         |
| <b>3 Versuchsträger und Betriebsstrategie .....</b>             | <b>23</b>  |
| 3.1 Motorenprüfstand .....                                      | 23         |
| 3.2 Einspritzsystem .....                                       | 25         |
| 3.3 Messtechnik .....                                           | 27         |
| 3.4 Auswertung .....                                            | 27         |
| <b>4 Brennverfahrensentwicklung.....</b>                        | <b>31</b>  |
| 4.1 Versuchsführung .....                                       | 31         |
| 4.2 Identifikation Key-Parameter .....                          | 33         |
| 4.3 Prozessführung .....                                        | 34         |
| <b>5 Optische Verbrennungsanalyse .....</b>                     | <b>37</b>  |
| 5.1 Aufbau .....                                                | 37         |
| 5.2 Auswertung .....                                            | 41         |
| <b>6 Ergebnisse .....</b>                                       | <b>43</b>  |
| 6.1 Anwendungsrelevante Steuer- und Regelparameter .....        | 43         |
| 6.1.1 Einfluss des Luft-Kraftstoffverhältnisses .....           | 43         |
| 6.1.2 Einfluss des Zeitpunktes der Erdgaseinspritzung .....     | 49         |
| 6.1.3 Einfluss des energetischen Mischungsverhältnisses .....   | 54         |
| 6.1.4 Einfluss der Saugrohrtemperatur .....                     | 59         |

Inhaltsverzeichnis

---

|       |                                                               |     |
|-------|---------------------------------------------------------------|-----|
| 6.1.5 | <i>Einfluss der AGR-Rate</i>                                  | 60  |
| 6.1.6 | <i>Zusammenhänge der Piloteinspritzung mit den Parametern</i> | 62  |
| 6.2   | <i>Kolbenformvariation</i>                                    | 63  |
| 6.3   | <i>Variation des Verdichtungsverhältnisses</i>                | 67  |
| 6.4   | <i>Einzelparametervariationen</i>                             | 69  |
| 6.4.1 | <i>Singuläre Lambdavariation</i>                              | 69  |
| 6.4.2 | <i>Variation der AGR-Variation</i>                            | 71  |
| 6.4.3 | <i>Singuläre Dieseleinspritzwinkel-Variation</i>              | 73  |
| 6.5   | <i>Partikelemissionen</i>                                     | 76  |
| 6.6   | <i>Optik</i>                                                  | 81  |
| 6.6.1 | <i>Mie Streulicht – Dieselspray</i>                           | 81  |
| 6.6.2 | <i>Chemilumineszenz</i>                                       | 84  |
| 6.6.3 | <i>Ruß eigenleuchten</i>                                      | 96  |
| 7     | <b>Potentialbewertung</b>                                     | 103 |
| 8     | <b>Fazit</b>                                                  | 105 |
|       | <b>Literaturverzeichnis</b>                                   | 108 |
|       | <b>Anhang</b>                                                 | 114 |
|       | <b>Veröffentlichungen</b>                                     | 115 |