

---

# 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 Zündverzugsinflussgrößen .....                    | 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         |

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