

# Inhaltsverzeichnis

|                                                                 |           |
|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| Vorwort . . . . .                                               | V         |
| Abbildungsverzeichnis . . . . .                                 | IX        |
| Tabellenverzeichnis . . . . .                                   | XIII      |
| Abkürzungsverzeichnis . . . . .                                 | XV        |
| Symbolverzeichnis . . . . .                                     | XIX       |
| Zusammenfassung . . . . .                                       | XXI       |
| Abstract . . . . .                                              | XXIII     |
| <b>1 Einführung und Zielsetzung . . . . .</b>                   | <b>1</b>  |
| <b>2 Stand der Technik . . . . .</b>                            | <b>5</b>  |
| 2.1 Motorische Eignung von Erdgas . . . . .                     | 5         |
| 2.2 Schadstoffe aus ottomotorischer Verbrennung . . . . .       | 9         |
| 2.2.1 Potenzial zur Schadstoffreduktion von Erdgas . . . . .    | 9         |
| 2.2.2 Problematik der HC-Emissionen bei Erdgasmotoren . . . . . | 12        |
| 2.2.3 Quellen für unverbrannte Kohlenwasserstoffe . . . . .     | 14        |
| 2.3 Brennverfahren für erdgasbetriebene Ottomotoren . . . . .   | 19        |
| 2.3.1 Gemischbildungskonzepte . . . . .                         | 19        |
| 2.3.2 Gemischbildung mit Erdgas-Direkteinblasung . . . . .      | 22        |
| <b>3 Versuchsaufbau und Messplan . . . . .</b>                  | <b>27</b> |
| 3.1 Versuchsträger . . . . .                                    | 27        |
| 3.2 Kraftstoffsystem . . . . .                                  | 30        |
| 3.3 Messtechnik . . . . .                                       | 32        |
| 3.3.1 Abgasanalyse . . . . .                                    | 32        |
| 3.3.2 Fast Response Flame Ionization Detector – FFID . . . . .  | 35        |

|                                                                         |            |
|-------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.3.3 Optische Druckkammer mit Schlieren-Messtechnik . . . . .          | 39         |
| 3.4 Messplan . . . . .                                                  | 41         |
| 3.4.1 Motorische Einflussparameter . . . . .                            | 42         |
| 3.4.2 Konstruktive Einflussparameter . . . . .                          | 44         |
| <b>4 Ergebnisse der experimentellen Untersuchungen . . . . .</b>        | <b>47</b>  |
| 4.1 Einfluss motorischer Parameter . . . . .                            | 47         |
| 4.1.1 Einblasedruck und Einblasezeitpunkt . . . . .                     | 47         |
| 4.1.2 Mehrfacheinblasung . . . . .                                      | 58         |
| 4.1.3 Ventilsteuerzeiten . . . . .                                      | 64         |
| 4.2 Einfluss konstruktiver Parameter . . . . .                          | 71         |
| 4.2.1 Einblaserichtung . . . . .                                        | 71         |
| 4.2.2 Injektoreinbautiefe . . . . .                                     | 75         |
| 4.2.3 Jetform . . . . .                                                 | 87         |
| 4.2.4 Brennraumzustand . . . . .                                        | 93         |
| <b>5 Anforderungen an HC-optimierte CNG-DI Brennverfahren . . . . .</b> | <b>97</b>  |
| <b>6 Schlussfolgerungen und Ausblick . . . . .</b>                      | <b>105</b> |
| <b>Literaturverzeichnis . . . . .</b>                                   | <b>109</b> |