

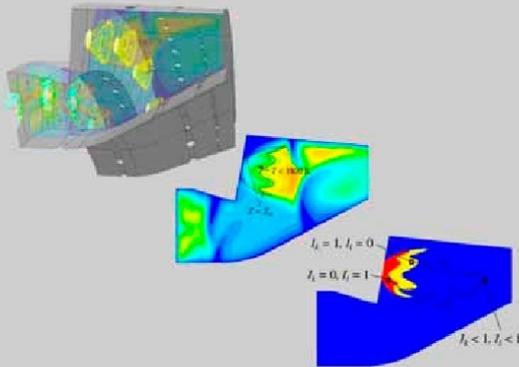


Elmar Riesmeier (Autor)

## Numerische Simulation der Verbrennungsprozesse in Gasturbinen- und MILD-Brennkammern

Elmar Riesmeier

Numerische Simulation  
der Verbrennungsprozesse in  
Gasturbinen- und  
MILD-Brennkammern



 Cuvillier Verlag Göttingen

<https://cuvillier.de/de/shop/publications/2800>

Copyright:  
Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,  
Germany  
Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>

# Inhaltsverzeichnis

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Einleitung</b>  | <b>1</b>  |
| <b>2</b> | <b>Mathematische Modelle</b>                                   | <b>7</b>  |
| 2.1      | Erhaltungsgleichungen . . . . .                                | 7         |
| 2.2      | Turbulenzmodellierung . . . . .                                | 10        |
| 2.2.1    | Mittelwerte in turbulenten Strömungen . . . . .                | 12        |
| 2.2.2    | Turbulenzmodelle . . . . .                                     | 14        |
| 2.3      | Laminare Flamelets . . . . .                                   | 16        |
| 2.3.1    | Definition des Mischungsbruchs . . . . .                       | 17        |
| 2.3.2    | Flamelet-Gleichungen . . . . .                                 | 19        |
| 2.3.3    | Flamelet-Parameter . . . . .                                   | 22        |
| 2.4      | Das Representative Interactive Flamelet (RIF) Modell . . . . . | 25        |
| 2.4.1    | Presumed Shape Pdf Ansatz . . . . .                            | 25        |
| 2.4.2    | Zeitliche Änderung der Flamelet-Parameter . . . . .            | 27        |
| <b>3</b> | <b>Numerische Implementation</b>                               | <b>29</b> |
| 3.1      | CFD-Code . . . . .   | 29        |
| 3.1.1    | Pdf-Mischungsbruch-Ansatz . . . . .                            | 30        |
| 3.1.2    | Burke-Schumann Lösung . . . . .                                | 31        |
| 3.1.3    | Chemisches Gleichgewicht . . . . .                             | 32        |
| 3.2      | Kopplung des CFD- und des RIF-Codes . . . . .                  | 33        |
| 3.2.1    | Bereitstellung der Flamelet-Parameter . . . . .                | 35        |
| 3.3      | Wandwärmeverluste . . . . .                                    | 37        |

---

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 3.4      | Das Eulerian Particle Flamelet Modell . . . . .            | 42        |
| 3.4.1    | Flamelet-Initialisierung . . . . .                         | 43        |
| 3.4.2    | Zeitliche Entwicklung der Flameletparameter . . . . .      | 43        |
| 3.4.3    | Zeitliche Entwicklung der Flamelet-Profile . . . . .       | 45        |
| <b>4</b> | <b>Chemische Mechanismen</b>                               | <b>51</b> |
| 4.1      | C <sub>1</sub> –C <sub>4</sub> -Kinetik . . . . .          | 51        |
| 4.2      | Kerosin-Modellbrennstoff . . . . .                         | 52        |
| 4.3      | NO <sub>x</sub> -Modell . . . . .                          | 56        |
| 4.4      | Rußmodell . . . . .  | 58        |
| 4.4.1    | Benzolbildung . . . . .                                    | 59        |
| 4.4.2    | PAH-Wachstum . . . . .                                     | 60        |
| 4.4.3    | Bildung, Wachstum und Oxidation von Rußpartikeln . . . . . | 60        |
| <b>5</b> | <b>Gasturbinen-Brennkammer</b>                             | <b>65</b> |
| 5.1      | Experimenteller Aufbau . . . . .                           | 66        |
| 5.2      | Gitter für die Gasturbinen-Brennkammer . . . . .           | 68        |
| 5.3      | Ergebnisse für die Gasturbinen-Brennkammer . . . . .       | 69        |
| 5.3.1    | Temperaturverteilungen und Stickoxide . . . . .            | 75        |
| 5.3.2    | Rußemissionen . . . . .                                    | 76        |
| 5.3.3    | Vergleich zu experimentellen Daten . . . . .               | 77        |
| 5.3.4    | Strahlungseinfluss . . . . .                               | 80        |
| <b>6</b> | <b>MILD-Brennkammer</b>                                    | <b>83</b> |
| 6.1      | Experimenteller Aufbau . . . . .                           | 85        |
| 6.2      | Gitter der MILD-Brennkammer . . . . .                      | 86        |
| 6.3      | Ergebnisse für die MILD-Brennkammer . . . . .              | 88        |
| 6.3.1    | Strömungsfeld . . . . .                                    | 89        |
| 6.3.2    | Einfluss der skalaren Dissipationsrate . . . . .           | 90        |
| 6.3.3    | Axiale Temperaturprofile . . . . .                         | 96        |
| 6.3.4    | Temperatur und Stickoxide . . . . .                        | 97        |

|                            |            |
|----------------------------|------------|
| <b>7 Zusammenfassung</b>   | <b>105</b> |
| <b>Literatur</b>           | <b>108</b> |
| <b>A Symbolverzeichnis</b> | <b>119</b> |