

Dipl.-Ing. Horst Wassenberg, Berlin

Untersuchung der Struktur turbulenter Flammen unter motornahen Bedingungen

Reihe **12**: Verkehrstechnik/
Fahrzeugtechnik

Nr. **321**

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Versuchsaufbau und Meßtechnik	3
2.1	Aufbau des Einhubtriebwerks	3
2.1.1	Der Brennraum	3
2.1.2	Aufbau des Kolbens mit Turbulenzgenerator	4
2.1.3	Gestaltung des Zylinderkopfes	6
2.2	Ablauf der Experimente	6
2.3	Meßtechnik und Auswertung	7
2.3.1	Kolbenposition und Zylinderdruck	7
2.3.2	Schlierenaufnahmen	8
2.3.3	Eigenstrahlungsaufnahmen	9
3	Grundlagen	12
3.1	Statistik	12
3.2	Strömungsmechanik	14
3.2.1	Beschreibung der Turbulenz	14
3.2.2	Ermittlung der Grundströmung	15
3.2.3	Turbulenzmodell	15
3.3	Verbrennung	16
3.3.1	Laminare Flammen	17
3.3.2	Das Flamelet Regime	18
3.3.3	Globale Beschreibung turbulenter Flammen	19
3.3.4	Definition der Flammenflächendichte	22
3.3.5	Modellierung des turbulenten Verbrennungsprozesses	23

4 Messungen	27
4.1 Laminare Flammengeschwindigkeit	27
4.2 Stabilität der laminaren Flamme	28
4.3 Wärmestrom	31
4.4 Flammenflächendichte	33
5 Modellierung und Simulation	37
5.1 Flammgeometrie	37
5.2 Thermodynamisches Zwei-Zonen-Modell	38
5.2.1 Grundgleichungen und Modelle	40
5.2.2 Ergebnisse der Prozeßanalyse	43
5.3 Turbulente Flammengeschwindigkeit	45
5.3.1 Stationäre Betrachtung	46
5.3.2 Instationäre Betrachtung	46
5.4 Flammenflächendichte	48
5.4.1 Grundgleichungen	48
5.4.2 Lösungsverfahren 1D	49
5.4.3 Kompression ohne Verbrennung	54
5.4.4 Überprüfung der Schallgeschwindigkeit	55
5.4.5 Gemisch mit Heizwert Null: Das KPP-Theorem	55
5.4.6 Produktion und Auslöschung von Flammenfläche	57
5.4.7 Analyse des erweiterten CFM	76
5.5 Verbrennungsprozeß	78
5.5.1 Lösungsverfahren 2D	79
5.5.2 Vergleich mit den Emissionsaufnahmen	84
5.5.3 Beurteilung der Simulationen	98
6 Zusammenfassung	100
Literaturverzeichnis	104