

Forschungsberichte Strömungslehre und Aerodynamik

Band 20

Markus Gnirß

**Strömung und Mischung im Primärzonenbereich
von modernen Gasturbinenbrennkammern**

D 17 (Diss. TU Darmstadt)

Shaker Verlag
Aachen 2008

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Schadstoffe	2
1.1.1	CO ₂ und H ₂ O	2
1.1.2	UHC, CO und Ruß	5
1.1.3	SO ₂	6
1.1.4	NO _x	6
1.2	Schadstoffvermeidung	7
2	Problemstellung	12
2.1	Die Brennkammerströmung	12
2.2	Stand der Forschung	14
2.2.1	Drallströmungen	15
2.2.2	Jet-in-Crossflow	19
2.2.3	Einblasung in eine verdrehte Hauptströmung	22
2.3	Aktuelle Tätigkeiten	24
2.3.1	Ziele der Arbeit	25
3	Aufbau	28
3.1	Modellbildung	28
3.2	Dralldüse	32
3.3	Peripheriegeräte	33
3.4	Betriebsparameter	35
3.4.1	Unsicherheit der Betriebsparameter	41
4	Messtechnik und Datenanalyse	42
4.1	Übersicht	42
4.1.1	Tracerpartikel	43
4.2	Laser Doppler Velocimetry (LDV)	46
4.2.1	Turbulenzspektren	47
4.3	Particle Image Velocimetry (PIV)	49
4.4	Konzentrationsmessungen (QLS)	52
4.4.1	Aufbau	54
4.4.2	Signalverarbeitung	60
4.4.3	Mischungsquantifizierung (Ungemischtheit)	65

4.4.4	Rauschen	71
4.5	Kombinierte Messverfahren (QLS/PIV)	82
4.5.1	Zufällige Fehler	82
4.5.2	Systematische Fehler	84
4.5.3	Proper Orthogonal Decomposition (POD)	90
4.6	Statistische Sicherheit	96
5	Numerische Simulationen	101
5.1	Modellierung	101
5.1.1	Rechengitter und Randbedingungen	104
5.1.2	Turbulenzmodell	105
5.1.3	Validierung	106
6	Ergebnisse	109
6.1	Grundströmung	110
6.1.1	Mittleres Strömungsbild	110
6.1.2	Instationäre Betrachtung	119
6.2	Massenstromvariation	131
6.3	Variation des Impulsverhältnisses	134
6.4	Variation der Bypassströmung	146
6.4.1	Durchflussbeiwerte	146
6.4.2	Mischkammerströmung	152
6.5	Beurteilung der Ergebnisse im Brennkammerkontext	160
7	Zusammenfassung und Ausblick	163
A	Anhang	167
A.1	Theoretisches Lichtschnittintensitätsprofil	167
A.2	Lichtschnittkoordinaten	168
A.2.1	Generierung des Streifenmusters	168
A.2.2	Transformation der Intensität	168
A.3	Vertrauensintervalle	171
A.4	Turbulenzspektren	181