

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	III
Kurzfassung/Abstract	V
Abkürzungs- und Symbolverzeichnis	XI
Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	XIV
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Stand der Technik	2
1.2.1 Ortsaufgelöste Strömungsgeschwindigkeitsmessung	2
1.2.2 Simultane Geschwindigkeits- und Temperaturmessung	4
1.3 Ziel und Struktur der Arbeit	5
2 Theoretische Grundlagen	7
2.1 Laser-Doppler-Velozimetrie	7
2.1.1 Der optische Doppler-Effekt	7
2.1.2 Das Interferenzstreifenmodell	9
2.2 Eigenschaften und Grenzen konventioneller Laser-Doppler-Techniken	10
2.2.1 Eigenschaften des gaußschen Strahls	10
2.2.2 Ortsauflösung	12
2.2.3 Geschwindigkeitsunsicherheit	12
2.2.4 Unsicherheitskorrelation zwischen Ort und Geschwindigkeit	14
2.3 Laser-Doppler-Geschwindigkeitsprofilsensor	16
2.3.1 Prinzip	16
2.3.2 Beiträge zur Messunsicherheit	18
2.3.3 Aufbau mit zwei Lasern	20
2.3.4 Aufbau mit elektrooptischem Modulator	23
2.4 Grundlagen der Strömungsmechanik	24
2.4.1 Hagen-Poiseuille-Strömung in rechteckigen Kanälen	24
2.4.2 Gesetz der Wand	25
2.5 Grundlagen der Temperaturmessung mittels Lumineszenz	26
2.5.1 Photolumineszenz	26
2.5.2 Laserinduzierte Fluoreszenz	28
3 Statistische Auswertung gemessener Profile	31
3.1 Problemstellung	31
3.2 Neuartiges Verfahren zur Profilbestimmung	33
3.3 Zusammenfassung	38

4	Kalibrierung in verschiedenen optischen Medien	41
4.1	Problemstellung	41
4.2	Mathematischer Ansatz	43
4.2.1	Einfluss auf die Kalibrierfunktion	44
4.2.2	Einfluss auf die Streifenabstandsfunktion	48
4.3	Vergleich mit der Kalibrierung in Wasser	51
4.4	Anwendung: Kristallzüchtungsmodell	53
4.4.1	Motivation	53
4.4.2	Experimenteller Aufbau	54
4.4.3	Ergebnisse und Diskussion	56
4.4.4	Fazit	62
4.5	Zusammenfassung & Schlussfolgerungen	62
5	Untersuchung der Strömungsverteilung in einem Modell eines Brennstoffzellenstapels	65
5.1	Motivation	65
5.2	Experimenteller Aufbau	66
5.2.1	Messsystem	66
5.2.2	Brennstoffzellenstapelmodell	67
5.3	Strömungssimulation	69
5.3.1	Einsatz für das Verteilerrohr	71
5.4	Ergebnisse und Diskussion	72
5.4.1	Volumenstromverteilung ohne Einsatz	73
5.4.2	Volumenstromverteilung mit Einsatz	73
5.5	Zusammenfassung	75
6	Gleichzeitige Temperatur- und Geschwindigkeitsmessung mit dem LDV-PS	77
6.1	Idee, Aufbau und Kalibrierung	77
6.2	Messung an einem Modellexperiment	81
6.2.1	Berechnung der Messunsicherheit	82
6.3	Messunsicherheitsbetrachtung der Temperaturmessung	84
6.3.1	Signalmodell	85
6.3.2	Zufällige Messabweichungen	86
6.3.3	Systematische Messabweichungen	87
6.4	Fazit	88
7	Zusammenfassung	89
7.1	Forschungsergebnisse und wissenschaftlicher Fortschritt	89
7.1.1	Ergebnisse und Fortschritte in der Messtechnik	90
7.1.2	Ergebnisse bei der Anwendung	91
7.2	Ausblick	92
	Literaturverzeichnis	95
	Publikationsverzeichnis	105
	Betreute studentische Arbeiten	107