

Inhaltsverzeichnis

Symbolverzeichnis	XI
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Wissenschaftliche Hypothesen	5
1.3 Gliederung	6
2 Umwelteinflüsse	9
2.1 Geschwindigkeitsfluktuationen	10
2.2 Temperatur- und Brechungsindexfluktuationen	11
2.2.1 Relevante Erkenntnisse	14
2.3 Erwartete Umgebungseinflüsse	16
2.3.1 Erhöhter Rauschpegel durch Hitzeflimmern	16
2.3.2 Bewegung des Laserspots durch Temperaturgradienten	18
2.3.3 Mechanische Schwingungen	19
3 Physikalische Grundlagen	21
3.1 Fundamentale Eigenschaften von Licht	21
3.2 Laser-Doppler-Vibrometrie	22
3.2.1 Ein-Punkt Laser-Doppler-Vibrometer	22
3.2.2 Differentielles Laser-Doppler-Vibrometer	28
3.3 Signaldiversität	33
3.3.1 Vorläufige Experimente zur Signaldiversität	35
3.3.2 Entwickeltes Konzept zur Implementation von Signaldiversität im geplanten DLDV	38
4 Auswahl und Entwurf der DLDV-Komponenten	43
4.1 Laser	44
4.2 Optische Komponenten	44
4.3 Entwurf der Objektive	45
4.3.1 Erforderliche optische Grundlagen	45
4.3.2 Umsetzung	48

4.4	Akustooptischer Modulator	54
4.5	Erzeugung des Trägersignals	56
4.5.1	Trägersignal von kommerziellen LDV-Controller	57
4.5.2	Frequenzteiler	58
4.5.3	RF-Verstärker	60
4.6	Transimpedanzverstärkerschaltung	60
4.6.1	Umsetzung	67
4.7	Spannungsbegrenzender Verstärker	69
4.8	Sonstiges	72
4.9	Mechanische Umsetzung	73
4.9.1	Justage	74
5	Digitalisierung und Demodulation	77
5.1	Digitalisierung	77
5.2	Demodulation	79
5.2.1	Algorithmus zur Demodulation großer Dateien	83
6	Experimentelle Erprobung des entwickelten DLDVs	93
6.1	Vergleich der Grundrauschpegel der eigenen und der Demodulation über einen kommerziellen Demodulator	94
6.2	Vergleich der Grundrauschpegel des DLDVs und eines LDVs bei Raumtemperatur	95
6.3	Einfluss der Umgebung auf den Grundrauschpegel des DLDVs	97
6.3.1	Identifikation und Bedingungen zur Kompensation diverser Umwelteinflüsse durch differentielles Messen	98
6.3.2	Ausdehnungseffekte	100
6.3.3	Temperaturgradienten im durchlaufenen Medium	104
6.3.4	Kompensation von optischen Turbulenzen bei kleinem Strahlabstand	109
6.3.5	Kompensation mechanischer Schwingungen	112
6.4	Sonstige Einflussfaktoren auf die Messung	114
6.4.1	Optische Weglängendifferenzen und Wellenlängenänderungen des Lasers	115
6.4.2	Laufzeiten elektrischer Signale	117
6.5	Messungen am Hochtemperaturofen mit dem entwickelten DLDV	118
6.5.1	Einfluss des Glasfensters am Eingang des Hochtemperaturofens	118
6.5.2	Vergleich der Rauschpegel des LDVs und des DLDVs bei hohen Temperaturen	119
6.5.3	Minimal detektierbare Amplituden	120

6.5.4 Diskussion	122
7 Zusammenfassung und Ausblick	125
7.1 Zusammenfassung	125
7.2 Ausblick	128
Anhang	131
A.1 Algorithmus zur Signalkombination bei Signaldiversität	131
A.1.1 Anwendungsbeispiel	133
A.1.2 Vergleich der Algorithmen	134
A.2 3D-Messung	135
Eigene Veröffentlichungen	145
Literaturverzeichnis	147