

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Gegenstand und Problemstellung . . . . .	1
1.2	Stand der Kenntnisse . . . . .	2
1.3	Ziel dieser Arbeit . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Physikalische Grundlagen</b>	<b>5</b>
2.1	Doppler-Effekt . . . . .	5
2.2	Streifenmodell . . . . .	8
2.3	Burstsignal . . . . .	11
<b>3</b>	<b>Achromatische Laser-Doppler-Velocimetrie</b>	<b>16</b>
3.1	Beugungsgitter als Strahlteiler . . . . .	16
3.1.1	Motivation . . . . .	16
3.1.2	Prinzip . . . . .	17
3.2	Fourieroptik . . . . .	17
3.3	Optisches Abbildungssystem . . . . .	20
<b>4</b>	<b>Messung der Interferenzphase</b>	<b>24</b>
4.1	Grundlagen . . . . .	24
4.2	Homodynverfahren . . . . .	27
4.2.1	Prinzip . . . . .	27
4.2.2	Achromatisches, faseroptisches Laser-Doppler-Velocimeter . . . . .	28
4.3	Heterodynverfahren . . . . .	30
4.3.1	Prinzip . . . . .	30
4.3.2	Stimulierte Brillouin-Streuung in Glasfasern . . . . .	37
4.3.3	Frequenzmodulierter Laser mit faseroptischer Verzögerungsstrecke . . . . .	44
4.3.4	Zweifrequenz-Mikrochip-Laser . . . . .	48
4.4	Phasendigitalisierungstechnik . . . . .	58
<b>5</b>	<b>Meßabweichung der Interferenzphase</b>	<b>61</b>
5.1	Systematische Meßabweichung der Phase . . . . .	61
5.2	Statistische Meßunsicherheit der Phase . . . . .	63
5.2.1	Signal-zu-Rausch-Verhältnis . . . . .	63
5.2.2	Phasenrauschen . . . . .	68

<b>6</b>	<b>Meßunsicherheit der Mittenfrequenz</b>	<b>73</b>
6.1	Problemstellung . . . . .	73
6.2	Methode . . . . .	75
6.2.1	Modellbildung . . . . .	76
6.2.2	Annahmen . . . . .	79
6.2.3	Kausalkette . . . . .	80
6.2.4	Ergebnis . . . . .	82
6.3	Folgerungen . . . . .	84
<b>7</b>	<b>Optimierungsbetrachtungen</b>	<b>89</b>
7.1	Meßkette . . . . .	89
7.2	Zielsetzung und Vorgehensweise . . . . .	91
7.3	Streulichtleistung . . . . .	92
7.4	Trajektorie des Tracerpartikels . . . . .	93
7.5	Dimensionierung des Meßvolumens . . . . .	96
7.5.1	Meßvolumenform . . . . .	96
7.5.2	Meßvolumendurchmesser . . . . .	101
7.5.3	Streifenanzahl . . . . .	105
7.6	Signalerfassung und Signalauswertung . . . . .	106
7.6.1	Zeitdiskretisierung . . . . .	107
7.6.2	Phasenquantisierungs-klassen . . . . .	109
7.6.3	Mittelungszeit . . . . .	109
7.7	Ergänzungen . . . . .	113
7.8	Diskussion . . . . .	115
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>117</b>
<b>9</b>	<b>Anhang</b>	<b>120</b>
9.1	Zur Unschärferelation . . . . .	120
9.2	Zur Schätztheorie . . . . .	122
9.3	Zur Linearen Regression . . . . .	125
<b>10</b>	<b>Schrifttum</b>	<b>128</b>