

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	I
Abkürzungsverzeichnis.....	III
1 Hintergründe und Motivation	1
2 Grundlagen	4
2.1 Grundbegriffe der Optik.....	4
2.2 Lichtquellen	9
2.2.1 Laser / Femtosekundenlaser.....	9
2.2.2 Light Emitting Diode	10
2.3 Lichtstreuung	11
2.3.1 Elastische Streuung ebener Wellen.....	11
2.3.2 Elastische Streuung inhomogener Feldverteilungen.....	14
2.3.3 Diffuse Streuung	19
2.3.4 Inelastische Streuung.....	19
2.4 Partikelcharakterisierungstechniken	21
2.4.1 Eigenschaften von Messtechniken	21
2.4.2 Laser-Doppler-Technik	22
2.4.3 Phasen-Doppler-Technik.....	26
2.4.4 Weitere optische Messtechniken.....	30
3 Zeitverschiebungsverfahren	34
3.1 Historische Entwicklung	34
3.2 Messprinzip für verschiedene Partikelklassen	35
3.2.1 Sphärische Tropfen	35
3.2.2 Konzentrationsbestimmung.....	38
3.2.3 Irreguläre Partikel.....	40
3.3 Theoretische Systemauslegung	43
3.3.1 Überblick zum Simulationsprogramm	43
3.3.2 Zusammenhang zwischen Tropfengröße und Zeitverschiebung.....	44
3.3.3 Methoden zur Schätzung der Zeitverschiebung	46
3.3.4 Lichtschnittdicke	52
3.3.5 Polarisation.....	55
3.3.6 Breitbandquellen	59
3.3.7 Empfangswinkelabhängigkeit	62
3.3.8 Empfängerapertur.....	65
3.3.9 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	69

4 Experimentelle Verifikation	71
4.1 Experimentelle Systemauslegung	71
4.1.1 Optische Komponenten	71
4.1.2 Hardware	80
4.1.3 Software	83
4.2 Messungen an monodispersen Tropfenketten	86
4.2.1 Tropfengenerator	86
4.2.2 Messgenauigkeit des Zeitverschiebungsverfahrens	87
4.2.3 Vergleich der Detektionsvolumina der zwei Systemteile	88
4.2.4 Rückschlüsse und Bewertung	96
4.3 Spraymessungen	98
4.3.1 Validation des Zeitverschiebungsverfahrens	98
4.3.2 Bewertung der Spraymessungen	113
4.3.3 Vergleich der TRG- und der MAX-Auswertung	113
4.3.4 Vergleich der Tropfengrößenverteilung in Simulation & Experiment	117
4.4 Konzentrationsmessungen	120
4.4.1 Emulsionstropfen	120
4.4.2 Fluoreszenztracerkonzentration	125
4.5 Messungen an irregulären Partikeln	129
4.5.1 Eiskristalle / Schneeeagglomerationen	129
4.5.2 Diskussion der Ergebnisse	133
5 Zusammenfassung	135
5.1 Bewertung der Ergebnisse	135
5.2 Richtlinien zur Systemauslegung	137
6 Ausblick	139
Anhang	141
Anhang A Zusammenhang von Tropfengröße und Zeitverschiebung für verschiedene Lichtschnittdicken	141
Anhang B Tropfengrößenbereich für eine äquivalente Zeitverschiebung von $5\mu\text{s}$	143
Anhang C Winkelabhängige Intensitätsverläufe für verschiedene Tropfengrößen	144
C.1 Alle Streulichtordnungen	144
C.2 Brechung zweiter Ordnung	146
Anhang D Bedienoberfläche des Datenerfassungsprogramms	148
Anhang E Unkorrigierte Validationsgrafik	149
Referenzen	150