

Inhaltsübersicht

Verwendete FormelzeichenXI

1 Übersicht

1.1 Einleitung 1
1.2 Inhalt des Bandes 1

2 Physikalische Grundlagen der Optik

2.1 Übersicht2
2.2 Wellenoptik3
2.2.1 Wellengleichung für isotrope Medien3
2.2.2 Lösungen der Wellengleichung für verlustfreie Medien
 und für das Vakuum..... 7
2.2.3 Hertzscher Oszillator im Vakuum.....10
2.2.4 Energieströmung / Poyntingscher Vektor 11
2.2.5 Interferenz 12
2.2.5.1 Überlagerung ebener Wellen 13
2.2.5.2 Stehende ebene Welle 14
2.2.5.3 Intensität interferierender ebener Wellen..... 15
2.2.5.4 Zeitliche Kohärenzbedingung 17
2.2.5.5 Räumliche Kohärenzbedingungen..... 19
2.2.6 Huygenssches Prinzip.....20
2.2.7 Beugung 21
2.2.7.1 Definition..... 21
2.2.7.2 Beugung am Spalt..... 21
2.2.7.3 Beugung am Strichgitter 23
2.2.8 Brechung 24
2.2.9 Grundlagen der Holografie..... 25
2.2.10 Speckle-Effekt 31
2.2.11 Wellengleichung in anisotropen Medien..... 33
2.2.11.1 Optische Anisotropie..... 33
2.2.11.2 Beschreibung der Wellengleichung 34

2.3	Geometrische Optik.....	36
2.3.1	Begriffsbestimmung.....	36
2.3.2	Brechung und Reflexion.....	36
2.3.3	Reflexion und Transmission.....	40
2.3.4	Erzeugung polarisierten Lichtes.....	43
2.3.5	Abbildung durch dünne Linsen.....	44
2.3.6	Abbildung durch dicke Linsen.....	47
2.3.7	Lichtbündelbegrenzung.....	49
2.3.8	Abbildungsfehler.....	51
2.4	Laser.....	51
2.4.1	Einführung.....	51
2.4.1.1	Lichtverstärkung im aktiven Laserwerkstoff.....	52
2.4.1.2	Selbsterregung im Laser-Resonator.....	56
2.4.1.3	Steuer- und andere Hilfseinrichtungen.....	57
2.4.2	Laserarten.....	61

3 Messen mit Laserlicht

3.1	Generelles.....	62
3.2	Meßverfahren.....	63
3.2.1	Leitstrahlverfahren.....	63
3.2.2	Triangulationsverfahren.....	63
3.2.3	Fokus-Verfahren.....	64
3.2.4	Laufzeitverfahren.....	65
3.2.5	Interferometrie.....	66
3.2.6	Oberflächenabtastung mit Polygonspiegel.....	66
3.2.7	Schattenverfahren.....	67
3.2.8	Anwendungsbeispiele.....	68
3.2.8.1	Ebenheitsprüfung an Fahrzeugspiegeln.....	68
3.2.8.2	Sehunschärfe durch Schwingungen von Fahrzeugspiegeln.....	69
3.3	Hilfsvorrichtungen und Bauelemente.....	70
3.3.1	Lichtleiter.....	70
3.3.2	Bragg-Zelle.....	71
3.3.3	Bildderotor.....	73
3.3.4	Weitere Bauelemente.....	74
3.4	Meßverfahren der Fahrzeug-Aerodynamik.....	75
3.4.1	Fahrzeug-Querschnittsflächenvermessung.....	75
3.4.1.1	Aerodynamische Größen.....	75
3.4.1.2	Schattenverfahren.....	76
3.4.1.3	Laser-Reflexions-Meßverfahren zur Konturabtastung.....	76
3.4.2	Laser-Lichtschnittverfahren zur Strömungsmessung.....	81
3.4.2.1	Laserlichtschnitt.....	81

3.4.2.2	Versuchsanordnung.....	82
3.4.2.3	Ergebnisse	85
3.4.3	Laser-Doppler-Anemometrie (LDA) zur Messung der lokalen Strömungsgeschwindigkeit.....	86
3.4.3.1	Dopplereffekt.....	86
3.4.3.2	Lichtstreuung am bewegten Teilchen.....	88
3.4.3.3	Interferenzstreifenverfahren.....	90
3.4.3.4	Anwendungsbeispiel.....	93
3.5	Untersuchungen im Motorbrennraum.....	94
3.5.1	Einführung.....	94
3.5.2	Optischer Zugang zum Motorbrennraum.....	94
3.5.3	Anwendung des Laser-Lichtschnitt-Verfahrens.....	95
3.5.4	Die Particle-Image-Velocimetry	97
3.5.5	Laser-Doppler-Anemometrie.....	98
3.5.6	Laser-Schlieren-Verfahren.....	101
3.5.7	Laser-Schatten-Verfahren	105
3.5.8	Spektroskopische Verfahren.....	106
3.5.8.1	Chemisch-thermische Fluoreszenz	107
3.5.8.2	Laser-Induzierte Fluoreszenz	107
3.5.8.3	Ramanspektroskopie	110
3.5.8.4	Coherent Anti-Stokes Raman Spectroscopy (CARS).....	113
3.6	Untersuchungen am Fahrzeug und an Fahrzeugbauteilen	117
3.6.1	Speckle-Analyse für Dehnungsmessungen an Oberflächen	118
3.6.1.1	Speckles.....	118
3.6.1.2	Vollautomatisches Specklegramm-Auswertegerät	123
3.6.1.4	Zwei Anwendungsbeispiele der Speckle-Meßtechnik	124
3.6.2	Laser-Doppler-Vibrometrie für Schwingungsmessungen.....	126
3.6.2.1	Prinzip	126
3.6.2.2	Faseroptisches Vibrometer	127
3.6.2.3	Flächenabtastendes Laser-Doppler-Vibrometer	129
3.6.3	Untersuchungen mittels holografischer Interferometrie	132
3.6.3.1	Allgemeines	132
3.6.3.2	Doppelbildholografie für statische Messungen.....	137
3.6.3.3	Doppelpulsholografie für Kurzzeit-Messungen.....	138
3.6.3.4	Automatische Auswertung mit Zweifachreferenz und nachträglicher Phasenverschiebung	142
3.6.3.5	Zeitmittelungs-Holografie	145
3.6.3.6	Stroboskopische Holografie	149
3.6.3.7	Echtzeit-Holografie.....	151
3.6.3.8	Holografische Interferometrie an rotierenden Objekten mittels Bild- derotator.....	153
3.6.3.9	Holografisches Reifenprüfgerät	154
3.6.3.10	Ausgewählte Beispiele	156

4 Messen mit Weißlicht

4.1	Optische Eigenschaften der Fahrzeugverglasung	162
4.1.1	Optische Fehler von Glasscheiben	162
4.1.2	Transmissionsmessungen	167
4.1.2.1	Grundlagen	167
4.1.2.2	Transmissionsmeßgerät	169
4.1.2.3	Messung und Auswertung	172
4.2	Meßverfahren der Fahrzeugsicherheit	173
4.2.1	Übersicht	173
4.2.2	Hochfrequenz-Kinematografie	175
4.2.2.1	Schrittbildkamera	176
4.2.2.2	Drehprismenkamera	177
4.2.2.3	Trommelkameras	178
4.2.2.4	Anwendungsbeispiele	180
4.3	Festigkeitsuntersuchungen mit Spannungsoptischen Verfahren	182
4.3.1	Ähnlichkeitsanforderungen	182
4.3.2	Physikalisches Prinzip	182
4.3.3	Thermoelastischer Spannungsanalysator (THESA)	186
4.4	Digitale-Nahbereichs-Photogrammetrie	192
4.4.1	Übersicht	192
4.4.2	Wichtige Begriffe der Photogrammetrie	194
4.4.3	Photogrammetrische Aufnahmekameras	196
4.4.4	Grundgleichungen der Bündeltriangulation	199
4.4.5	Anwendungsbeispiele aus der Off-line-Photogrammetrie	203
4.4.5.1	Ein Mehrbild-Triangulations-Meßsystem und seine Anwendungen	203
4.4.5.2	Hochgeschwindigkeits-Photogrammetrie	209
4.4.5.3	Hochgenaue stereoskopische Formerfassung ganzer Fahrzeuge	212
4.4.6	On-line-Photogrammetrie	213
4.4.7	Objektgestützte Mehrbildzuordnung	217

Literaturverzeichnis	223
-----------------------------------	------------

Sachwortverzeichnis	233
----------------------------------	------------