

Dr. Hanskarl Treiber  
Martin Treiber

# Lasertechnik

Band 2

## ***Holographie***

Frech-Verlag Stuttgart

Für eine gewerbliche Nutzung der gezeigten Modelle ist die Genehmigung des Verfassers erforderlich.

---

Materialangaben und Arbeitshinweise in diesem Buch wurden vom Autor und den Mitarbeitern des Verlags sorgfältig geprüft. Eine Garantie wird jedoch nicht übernommen. Autor und Verlag können für eventuell auftretende Fehler oder Schäden nicht haftbar gemacht werden. – Für eine Verbreitung des Werkes durch Film, Funk, Fernsehen oder Videoaufzeichnungen ist eine Genehmigung oder Lizenz des Verlags erforderlich. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt, nach § 54 Abs. 1 und 2 UrhG.

Auflage: 5. 4. 3. 2. 1. | Letzte Zahlen  
Jahr: 1991 90 89 88 87 | maßgebend

ISBN 3-7724-5410-0 · Best.-Nr. 410

© 1987

**frech-verlag**

GmbH + Co. Druck KG Stuttgart

Herstellung: Goldener Schnitt · Herstellungs-Service · 7573 Sinzheim  
Druck: Druckhaus Beltz · 6944 Hemsbach

# Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Klassische Photographie</b> .....	11
1.1	Eigenschaften photographischer Bilder .....	11
1.2	Stereophotographie .....	12
1.3	Grenzen der klassischen Photographie .....	13
<b>2.</b>	<b>Grundlagen der Holographie</b> .....	17
2.1	Prinzip der Aufzeichnung von Hologrammen .....	17
2.2	Eigenschaften von Hologrammen .....	20
2.3	Physikalische Grundlagen der holographischen Aufnahme und Wiedergabe eines Parallelbündels .....	22
2.3.1	Das Hologramm eines Parallelbündels .....	22
2.3.2	Rekonstruktion des Originalbündels .....	26
2.3.3	Die Feinstruktur des holographischen Gitters .....	28
2.3.4	Gleichwertigkeit von Objekt- und Referenzbündel .....	31
2.4	Hologramme optischer Grundelemente .....	33
2.4.1	Hologramm einer reflektierenden Ebene .....	33
2.4.2	Hologramm eines Objektpunktes .....	37
2.4.3	Hologramm einer Geraden .....	41
2.5	Eigenschaften rekonstruierter holographischer Bilder .....	41
2.5.1	Das primäre Bild .....	42
2.5.2	Das konjugierte Bild .....	42
2.6	Mathematische Herleitung .....	45
2.7	Ermittlung der Bildlage bei parallelen und divergenten Referenzbündeln .....	48
2.7.1	Bildlage bei gleichen Wellenlängen und Hologrammdimensionen bei Aufnahme und Rekonstruktion .....	50
2.7.2	Allgemeiner Fall .....	52
2.8	Abbildungsmaßstab holographischer Bilder .....	53
2.8.1	Einfluß der Geometrie von Referenz- und Rekonstruktionswelle auf den Abbildungsmaßstab .....	54
2.8.2	Einfluß der Rekonstruktionswellenlänge auf den Abbildungsmaßstab .....	56
2.8.3	Einfluß der Hologrammdimensionen auf den Abbildungsmaßstab .....	57
2.8.4	Rechenbeispiel zu den Abschnitten 2.7 und 2.8 .....	57

<b>3.</b>	<b>Hologrammtypen</b> .....	59
3.1	Amplitudenhologramme .....	59
3.2	Phasenhologramme .....	59
3.3	Volumenhologramme .....	62
3.4	Reflexions- und Transmissionshologramme .....	69
<b>4.</b>	<b>Spezielle Techniken der Holographie</b> .....	70
4.1	Weißlichtholographie .....	70
4.2	Farbholographie .....	71
4.3	Regenbogenholographie .....	73
4.4	Synthetische Hologramme .....	76
4.5	Nah- und Fernfeldholographie .....	78
4.6	Holographische Transformationsfilter .....	79
4.7	Fouriertransformations-Hologramme .....	80
<b>5.</b>	<b>Aufzeichnungsmaterialien</b> .....	85
5.1	Kenndaten .....	85
5.1.1	Auflösungsvermögen .....	85
5.1.2	Beugungswirkungsgrad .....	86
5.1.3	Empfindlichkeit .....	89
5.1.4	Signal-Rausch-Verhältnis .....	91
5.1.5	Speicherkapazität .....	91
5.1.6	Messung der Kenndaten .....	93
5.2	Materialtypen .....	94
5.2.1	Silberhalogenidfilm .....	95
5.2.2	Kornfreie Filme .....	99
5.2.3	Photothermoplastisches Aufzeichnungsmaterial .....	99
5.2.4	Photoempfindliche Kristalle .....	103
5.2.5	Magnetische Bildspeicher .....	105
5.2.6	Phototrope Materialien .....	106
5.2.7	Zweiphasen-Bildspeicher .....	107
5.3	Vervielfältigung von Hologrammen .....	107
<b>6.</b>	<b>Laser für die Holographie</b> .....	108
<b>7.</b>	<b>Aufnahmetechnik</b> .....	110
7.1	Systemkomponenten .....	110
7.1.1	Schwingungsisolierter Tisch .....	110

7.1.2	Spiegel .....	111
7.1.3	Bündelteilung .....	111
7.1.4	Beleuchtungsoptik .....	111
7.1.5	Raumfilter .....	113
7.1.6	Filmführung .....	113
7.2	Anordnungen zur Aufnahme von Hologrammen .....	114
<b>8.</b>	<b>Anwendungen .....</b>	<b>117</b>
8.1	Holographische Speicher .....	119
8.1.1	Archivierung ebener Vorlagen .....	119
8.1.2	Archivierung räumlicher Vorlagen .....	120
8.1.3	Holographische Speicher für die Datenverarbeitung .....	120
8.1.4	Holographische Displays .....	124
8.1.5	Hochfrequenz-Holographie .....	125
8.2	Identitätsüberprüfung, Formvergleich .....	125
8.3	Holographische Abbildungselemente .....	131
8.3.1	Holographische Gitter .....	132
8.3.2	Holographische Abbildungsoptiken .....	135
8.3.3	Holographische Korrekturelemente .....	140
8.4	Holographische Interferometrie .....	141
8.4.1	Grundlagen der klassischen Interferometrie .....	142
8.4.2	Grundlagen der holographischen Interferometrie .....	145
8.4.3	Doppelbelichtungsverfahren .....	145
8.4.4	Echtzeitverfahren .....	147
8.4.5	Verfahren zur Schwingungs- und Bewegungsanalyse .....	149
8.4.6	Quantitative Auswertung holographischer Interferogramme .....	153
8.4.7	Technische Anwendung der holographischen Interferometrie .....	159
8.5	Zwei-Wellenlängen-Holographie .....	164
8.5.1	Grundlagen der Zwei-Wellenlängen-Holographie .....	165
8.5.2	Aufbau von Zwei-Wellenlängen-Anlagen .....	168
8.6	Holographie in der Mikroskopie .....	172
8.6.1	Linsenlose Mikroskopie .....	172
8.6.2	Holographie mit Linsenmikroskopen .....	174
8.7	Holographie in Kunst und Unterhaltung .....	176
8.7.1	Galeriebilder .....	178
8.7.2	Bühnenholographie .....	178
8.7.3	Holographische Kinofilme .....	179
8.7.4	Holographisches Fernsehen .....	179
<b>9.</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>181</b>
9.1	Mathematischer Anhang .....	181
9.2	Verzeichnis der Formelzeichen und Symbole .....	191

Erklärung von Fremd- und Fachwörtern .....	9.3
Literaturverzeichnis .....	9.4
Stichwortverzeichnis .....	9.5
201 .....	
202 .....	
196 .....	