

---

Dietmar Schreier

# **Synthetische Holografie**

unter Mitarbeit von W. Hase,  
H. Höntsch, S. Lehnigk,  
A. Schwerdtner, W. Telle,  
F. Zimmer, H. Zimmerhackl

  
**physik-  
verlag** Weinheim

*Federführung:*

Prof. Dr. rer. nat. habil. Dietmar Schreier, Dresden

*Autoren:*

Abschnitte 1. und 6.

Prof. Dr. rer. nat. habil. Dietmar Schreier, Dresden

Abschnitt 2. Dipl.-Phys. Helmut Höntsch, Schwepnitz

Abschnitt 3.1. Dipl.-Ing. Heide Zimmerhackl, Dresden

Abschnitt 3.2. Dr.-Ing. Sigrid Lehnigk, Dresden

Abschnitt 3.3. Dr.-Ing. Wolfgang Telle, Dresden

Abschnitt 4. Dr. rer. nat. Werner Hase, Dresden

Abschnitt 5. Dr. rer. nat. Armin Schwerdtner, Dresden

Abschnitte 7. und 8. Doz. Dr. sc. nat. Friedemann Zimmer, Dresden

Dieses Buch enthält 136 Bilder und 12 Tabellen.

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

**Synthetische Holografie** / Dietmar Schreier.

Unter Mitarb. von W. Hase ... — Weinheim:

Physik-Verlag, 1984.

ISBN 3-87664-089-X

NE: Schreier, Dietmar [Hrsg.]; Hase, Werner  
[Mitverf.]

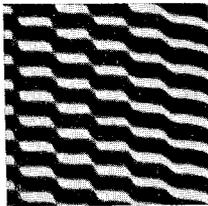
© VEB Fachbuchverlag Leipzig 1984

Lizenzausgabe für den Physik-Verlag, GmbH., Weinheim

Printed in the German Democratic Republic

Satz und Druck: INTERDRUCK Graphischer Großbetrieb Leipzig

Redaktionsschluß: 15. 6. 1984



## Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	5	4.3. Amplitudenhologramme .....	64
<b>1. Einleitung</b> .....	9	4.3.1. Übersicht .....	64
<b>2. Grundlagen der Holografie</b> ...	11	4.3.1.0. Vorbemerkungen .....	64
2.1. Optische Vorbetrachtungen ....	11	4.3.1.1. Phasenkodierung .....	65
2.1.0. Vorbemerkungen .....	11	4.3.1.2. Kodierung bei variabler Amplitude und Phase .....	69
2.1.1. Interferenz und Kohärenz ....	11	4.3.2. Synthetische Interferogramme ohne Komponentenzersetzung ...	73
2.1.2. Beugung .....	16	4.3.3. Synthetische Interferogramme mit Komponentenzersetzung ....	78
2.1.3. Varianten der Holografie .....	24	4.3.3.0. Vorbemerkungen .....	78
2.1.4. Hologramme punktförmiger Objekte .....	27	4.3.3.1. Zerlegung in Komponenten gleicher Amplitude (Typ ZA) .....	78
2.2. Allgemeine Eigenschaften synthetischer Hologramme .....	29	4.3.3.2. Zerlegung in Komponenten diskreter Phasenstufen (Typ ZP) ..	79
2.2.1. Überblick .....	29	4.3.3.3. Zerlegung in Objekt-Elementarwellen .....	86
2.2.2. Abtasttheorem .....	29	4.3.4. Detourphasen-Hologramme ohne Komponentenzersetzung .....	90
2.2.3. Digitalisierung der Objekt- und Hologrammfunktion .....	32	4.3.4.0. Einführung .....	90
2.2.4. Reduzierung des Schwankungsbereichs der Hologrammampplituden .....	34	4.3.4.1. Das Kodierungsverfahren nach Lohmann .....	90
2.2.5. Quantisierung .....	35	4.3.4.2. Andere Varianten der Amplitudenkodierung .....	93
2.2.6. Auflösung .....	36	4.3.4.3. Rekonstruktion in höheren Beugungsordnungen .....	93
2.2.7. Beugungseffektivität .....	37	4.3.4.4. Zweifachhologramme .....	95
<b>3. Berechnung und Herstellung synthetischer Hologramme</b> ...	38	4.3.5. Detourphasen-Hologramme mit Komponentenzersetzung .....	97
3.1. Fourier-Transformation und ihre rechen-technische Realisierung ..	38	4.3.5.1. Zerlegung in Komponenten gleicher Amplitude (Typ ZA) .....	97
3.2. Gerätetechnik zum Zeichnen synthetischer Hologramme .....	44	4.3.5.2. Zerlegung in Komponenten diskreter Phasenstufen (Typ ZP) ...	101
3.2.1. Anforderungen an Zeichengeräte für synthetische Hologramme ..	44	4.4. Phasenhologramme .....	102
3.2.2. Zeichengeräte für synthetische Hologramme .....	45	4.4.1. Einleitung .....	102
3.3. Aufzeichnungsmedien .....	49	4.4.2. Konvertierte Amplitudenhologramme .....	102
3.3.1. Anforderungen an Medien zur Informationsaufzeichnung .....	49	4.4.3. Phasenhologramme mit Blaze-Effekt .....	103
3.3.2. Eigenschaften von Aufzeichnungsmedien .....	50	4.4.4. Amplitudenkodierung durch Subtraktion zweier Teilhologramme	105
<b>4. Verfahren der synthetischen Holografie</b> .....	57	4.4.5. Zerlegung in Komponenten gleicher Amplitude .....	106
4.1. Überblick .....	57	4.4.6. Kodierung der Amplitude bei direkter Wiedergabe der Phase ...	107
4.2. Synthetische Hologramme mit direkter Wellenfrontwiedergabe .	61	4.5. Kombinierte Hologramme ....	109
		4.5.1. Einleitung .....	109

4.5.2.	Gemischte Phasenwiedergabe ...	110	6.1.0.	Vorbemerkungen .....	148
4.5.3.	Andere Möglichkeiten kombinierter Hologramme .....	113	6.1.1.	Ortsfrequenzfilterung .....	148
4.6.	Hologrammsynthese mittels mehrerer optischer Kanäle .....	114	6.1.2.	Verallgemeinerte Transformation	152
4.6.1.	Einführung .....	114	6.1.3.	Kohärent-optische Prozessoren .	153
4.6.2.	Komponenten konstanter Amplitude .....	114	6.2.	Bildverarbeitung .....	154
4.6.3.	Komponenten konstanter Phase	115	6.2.1.	Grundlagen .....	154
4.7.	Kodierung von Amplitudenhologrammen mit nichtebener Referenzwelle .....	115	6.2.2.	Informationsreduktion .....	155
4.7.0.	Vorbemerkung .....	115	6.2.3.	Bildrekonstruktion und -restaurierung .....	156
4.7.1.	Allgemeine Referenzwelle .....	116	6.2.4.	Gradientenfilterung .....	158
4.7.2.	Rotationssymmetrische Signal- und Referenzwellen .....	117	6.2.5.	Mustererkennung .....	159
5.	<b>Hologrammeigenschaften und ihre Verbesserungen</b> .....	120	6.2.6.	Verfahren zur Anzeige der Abweichungen des Objektes von einer vorgegebenen Form .....	162
5.0.	Vorbemerkungen .....	120	6.2.7.	Geometrische Transformationen .	163
5.1.	Phasenquantisierungsrauschen ..	120	6.2.8.	Inkohärente Filterung .....	166
5.2.	Amplitudenquantisierungsrauschen .....	121	7.	<b>Einsatz synthetischer Hologramme als holografische optische Elemente</b> .....	172
5.3.	Verfahrensbedingte Einflüsse ...	122	7.0.	Vorbemerkungen .....	172
5.3.0.	Vorbemerkungen .....	122	7.1.	Synthetische Hologramme als Abbildungselemente .....	172
5.3.1.	Bias-Hologramme .....	123	7.2.	Holografische Ablenssysteme ...	176
5.3.2.	Lee-Hologramme .....	125	7.3.	Elemente zur Erzeugung bestimmter Intensitätsprofile .....	183
5.3.3.	Burckhart-Hologramme .....	129	7.4.	Synthetische Hologramme als Strahlervielfacher .....	185
5.3.4.	Lohmann-Hologramme .....	130	8.	<b>Holografische Interferometrie</b>	191
5.3.5.	Ternäre Hologramme und binäre Phasenhologramme .....	132	8.0.	Vorbemerkungen .....	191
5.3.6.	Vergleich der Hologramme .....	133	8.1.	Interferometrische Prüfung asphärischer Flächen .....	191
5.3.7.	Rotationssymmetrische Hologramme (RSH) .....	133	8.1.1.	Übersicht über die Interferometeranordnungen .....	191
5.3.7.0.	Vorbemerkung .....	133	8.1.2.	Zur Berechnung und Herstellung der synthetischen Hologramme für die Asphärenprüfung .....	194
5.3.7.1.	RSH für reellwertige Hologrammfunktionen .....	134	8.1.3.	Genauigkeit der Asphärenprüfung mit synthetischen Hologrammen	196
5.3.7.2.	RSH für komplexwertige Hologrammfunktionen .....	137	8.2.	Interferometer mit synthetischen Hologrammen zur Untersuchung von Phasenobjekten .....	197
5.4.	Hologrammverbesserungen .....	139	8.2.0.	Vorbemerkungen .....	197
5.4.1.	Korrektur von Bias-Hologrammen .....	139	8.2.1.	Erzeugung spezieller Vergleichswellen mit synthetischen Hologrammen .....	197
5.4.2.	Korrektur von Lohmann-Hologrammen .....	140	8.2.2.	Shearing-Interferometrie mit synthetischen Hologrammen .....	200
5.4.2.0.	Vorbemerkung .....	140	<b>Formelanhang</b> .....	202	
5.4.2.1.	Iterationsverfahren .....	140	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	204	
5.4.2.2.	Interpolationsverfahren .....	143	<b>Sachwortverzeichnis</b> .....	217	
5.4.2.3.	Objektverzerrung .....	144			
5.4.3.	Korrektur rotationssymmetrischer Hologramme .....	146			
6.	<b>Anwendung der synthetischen Holografie zur Informationsverarbeitung</b> .....	148			
6.1.	Grundlagen der analogen optischen Informationsverarbeitung .	148			