

## Fortgeschrittenenpraktikum

### Versuch 6: Holografie

Ort: F-Praktikum, P 049

Dauer: 2 Tage

Die Holografie ist das einzige bekannte Verfahren, bei dem außer der Amplitudenverteilung auch die Phasenverteilung der vom Objekt kommenden Welle (Signalwelle oder Objektwelle genannt) durch das lichtempfindliche Material gespeichert wird. Bei richtiger Betrachtung der Aufnahme (des Hologramms) wird diese Welle sowohl in ihrer Amplituden- als auch in ihrer Phasenverteilung wieder hergestellt. Dadurch ist ein echt dreidimensionales Bild des Objekts zu sehen.

Bei fotografischen Aufnahmen ist die Speicherung der Phase der ankommenden Welle nicht möglich, da die Belichtungszeit stets viel größer ist als die Periodendauer des verwendeten Lichts. Die Speicherung der Phaseninformation erfolgt bei der Hologrammaufnahme dadurch, dass das Interferenzbild der Signalwelle mit einer kohärenten Vergleichswelle (Referenzwelle) aufgezeichnet wird. An der so erzeugten Schwärzungs- bzw. Brechzahlverteilung auf der Fotoplatte wird die Rekonstruktionswelle gebeugt und erzeugt dabei unter geeigneten Bedingungen eine Welle, die mit der Signalwelle identisch ist.

Die Holografie wird auch technisch angewendet, z. B. in der Festkörpermechanik in Form der holografischen Interferometrie zur Bestimmung von Verformungen und Spannungen von Bauteilen.

#### Mess-/Arbeitsprogramm:

**Von diesem Programm wird nur ein Teil durchgeführt (Angaben durch den Betreuer)!**

1. Aufbau und Justierung der Versuchsanordnung zur Herstellung von Transmissions hologrammen
2. Herstellung von Hologrammen dreidimensionaler Objekte zur Untersuchung der Eigenschaften von Hologrammen
3. Untersuchung der bei der Rekonstruktion von Hologrammen auftretenden Phänomene
4. Herstellung von holografischen Interferogrammen nach dem Doppelsexpositions- und dem Time-Average-Verfahren (Starr-Körper-Verschiebungen und Schwingungen des Objektes)
5. Quantitative Auswertung der hergestellten Hologramme und Fehlerabschätzung
6. Herstellung von holografischen Interferogrammen im Echtzeitverfahren

## Stichwortverzeichnis:

Interferenz, Kohärenz, Beugungsgitter (Amplitudengitter, Phasengitter, Mäandergitter, Sinusgitter), Schwärzungskurve, Modulationsgrad, Ortsfrequenz, Amplitudenhologramm, Phasenhologramm, Transmissions-, Reflexions-, Regenbogenhologramm, holografische Interferometrie (Doppelbelichtungs-, Echtzeit-, Zeitmittelungsverfahren), Ellipsoidenverfahren, statisches und dynamisches Auswerteverfahren.

## Literaturangaben:

Bergmann, L. u. Schaefer, C.: Lehrbuch der Experimentalphysik, Bd. III Optik, de Gruyter Berlin, New York, 1987, Kap. 3.14

Françon, M.: Holographie, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 1972 \*

Bauer, H.: Lasertechnik, Vogel Buchverlag Würzburg, 1991, Kap. 5.1 \*

Ostrovskij, Yu. I.: Holografie - Grundlagen, Experimente und Anwendungen, Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig, 1987

Wernicke, G. u. Osten, W.: Holografische Interferometrie, Fachbuchverlag Leipzig, 1982 \*

\* In der Literaturliste enthalten.

## Liste der Geräte:

1. Schwingungsgedämpfter Tisch
2. Laser HNA 188
3. Verschiedene optische Justierbauelemente

## Versuchsaufbau:

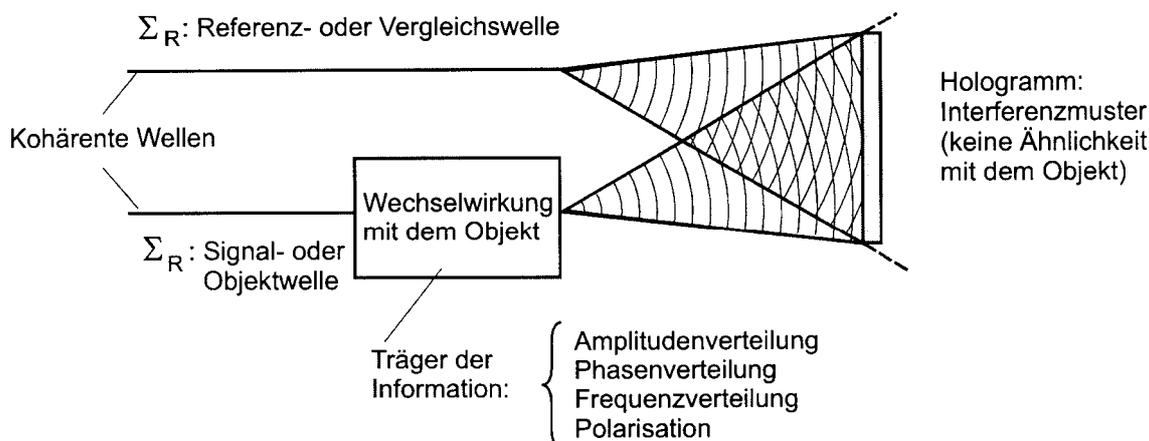


Abb. 1 Grundprinzip der Holografie

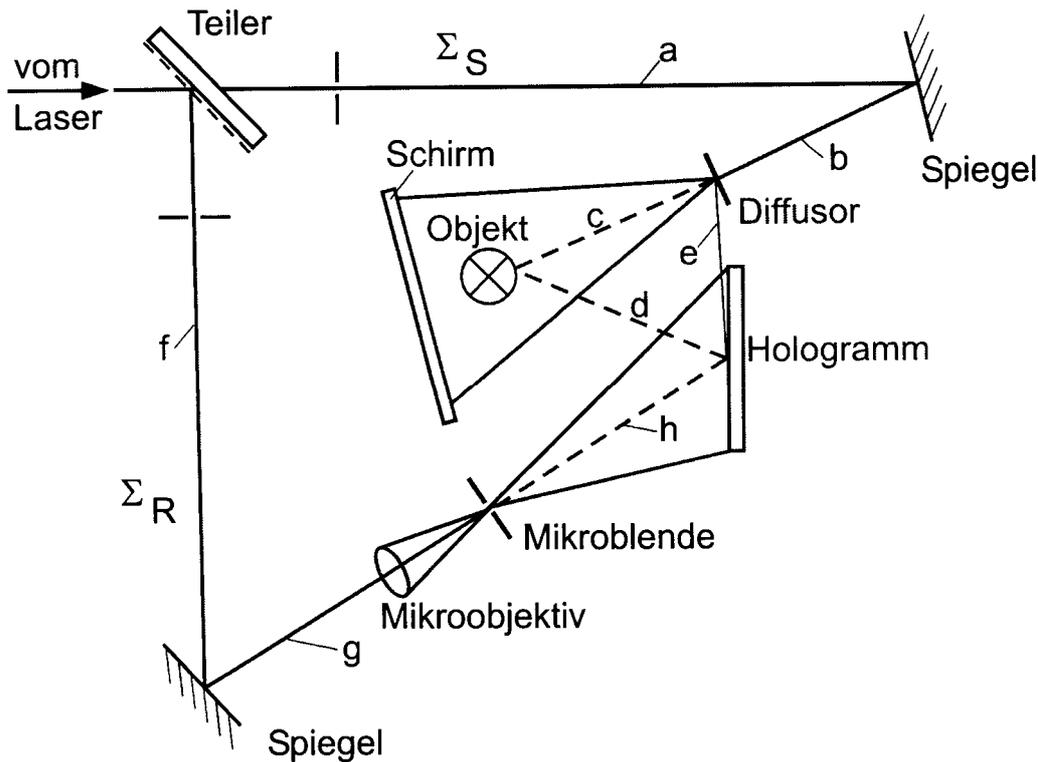


Abb. 2 Anordnung zur Aufnahme von Transmissionshologrammen

Bedingungen: 1. Die Weglängen von Objekt- und Referenzwelle müssen gleich sein.

2. Für die holografische Interferometrie muss außerdem  $c = d$  sein.

### Wichtige Hinweise:

- **Der Laser gehört zur Gefährdungsklasse 3B. Deshalb auf keinen Fall in den Laserstrahl blicken!**
- Sorgfalt bei der Justierung ist die Voraussetzung für gute Hologramme!
- Erschütterungen des Versuchsaufbaus sind unbedingt zu vermeiden.

### Anleitung zu den Beobachtungsaufgaben (Aufgabe 3.):

Durch diese Aufgaben sollen Sie die wesentlichen Eigenschaften von Hologrammen kennen lernen, vor allem auch die Unterschiede zu normalen Fotografien.

Führen Sie dazu die folgenden Beobachtungen mit einem selbst hergestellten oder einem anderen geeigneten Hologramm durch und protokollieren Sie die Ergebnisse in Stichworten:

1. Überzeugen Sie sich von der dreidimensionalen Bildwiedergabe durch Betrachtung des rekonstruierten Hologramms aus verschiedenen Blickrichtungen.
2. Betrachten Sie das Hologramm durch den Sucher einer Spiegelreflexkamera bei weit geöffneter Blende (geringer Schärfentiefe), und bestimmen Sie die Entfernungseinstellungen, bei denen Vordergrund bzw. Hintergrund scharf zu sehen sind.

3. Untersuchen Sie den Einfluss des Einfallswinkels der Rekonstruktionswelle durch Drehen des Hologramms um eine senkrechte Achse.
4. Ermitteln Sie den Einfluss des Krümmungsradius der Rekonstruktionswelle.
5. Benutzen Sie nur Teile des Hologramms für die Rekonstruktion durch Abdecken mittels einer Lochmaske.
6. Drehen Sie das Hologramm um  $180^\circ$ 
  - a) um eine senkrechte Achse (Vertauschen von rechts und links des Hologramms),
  - b) um die Normale der Platten- bzw. Filmebene.  
Vergleichen Sie vor allem mit den Ergebnissen, die Sie bei den gleichen Drehungen eines normalen Fotos erhalten würden.
  - c) Führen Sie an dem „zweiten“ Bild die Aufgabe 2 durch, und interpretieren Sie das Resultat.
7. In Gegenwart des Betreuers ist das reelle Bild zu rekonstruieren.