

Grundlagen der Holografie – kurz und bündig

Das Prinzip der Holografie wurde bereits 1948 von D. Gabor¹ vorgeschlagen. Aber erst mit der Erfindung des Lasers im Jahre 1960 stand eine ausreichend kohärente Lichtquelle zur Verfügung, um praktische Holografie zu betreiben. Heute hat wohl jeder schon einmal ein Hologramm (genauer: das durch Beugung an einem Hologramm hervorgerufene virtuelle Bild) gesehen (z.B. auf einer Kreditkarte). Grund genug, sich einmal mit diesem Thema zu beschäftigen.

Prof. Dr. Axel Donges/Isny im Allgäu

■ Eine typische Anordnung zur Aufnahme eines Hologramms zeigt Abb. 1a: Zunächst wird ein Laserstrahl mit einem Strahlteiler in zwei Teilstrahlen zerlegt. Anschließend werden beide Teilstrahlen mit Linsen aufgeweitet. Mit einem der beiden Teilstrahlen wird das aufzunehmende Objekt beleuchtet (Beleuchtungswelle), der andere gelangt direkt zur Fotoplatte (Referenzwelle). Die am Objekt diffus gestreute Beleuchtungswelle (Objektwelle) und die Referenzwelle interferieren. Das am Ort der Fotoplatte erzeugte Interferenzmuster wird von der Fotoplatte aufgezeichnet. Die entwickelte Fotoplatte zeigt ein mikroskopisch feines Schwärzungsmuster; sie wird als Hologramm bezeichnet. Auf dem Hologramm, d.h. in dem Schwärzungsmuster, ist in verschlüsselter Weise die Objektwelle gespeichert.

Rekonstruktion

Zur Rekonstruktion des aufgenommenen Objekts wird das Hologramm mit einer Rekonstruktionswelle beleuchtet. Diese Welle wird an dem Schwärzungsmuster des Hologramms gebeugt. Das gebeugte

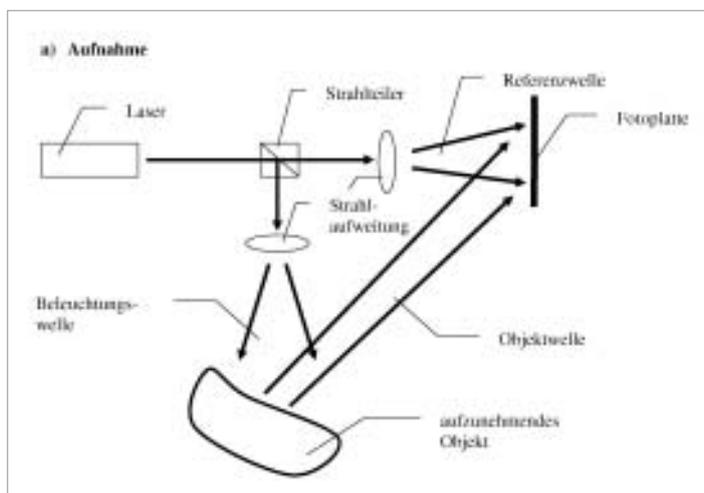


Abb. 1a: Typische Anordnung zur Aufnahme eines Hologramms.

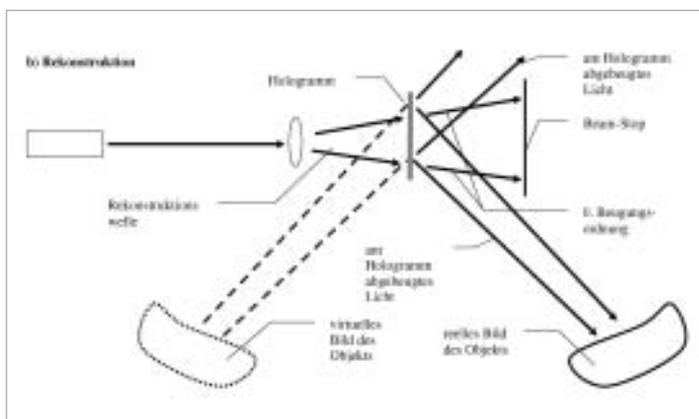


Abb. 1b: Rekonstruktion des virtuellen und reellen Bildes des Objekts.

Licht zerfällt in drei Anteile: Die 0. Ordnung, die die ungebeugte „Fortsetzung“ der Rekonstruktionswelle darstellt, und die beiden 1. Ordnungen, die ein virtuelles und ein reelles Bild des Objekts liefern. Die beiden Bilder sind dreidimensional, d.h. das Objekt wird in seiner räumlichen Ausdehnung wiedergegeben. Wird als Rekonstruktionswelle die bei der Aufnahme verwendete Referenzwelle verwendet und befindet sich die entwickelte Fotoplatte in der gleichen Position wie bei der Aufnahme, so ist für einen Beobachter das virtuelle Bild im Maßstab 1:1 genau an der Stelle sichtbar, an der das Objekt sich bei der Aufnahme befunden hat (Abb. 1b).²

Schlussbemerkung

Die Holografie, für der ihr Erfinder D. Gabor 1971 den Nobel-Preis erhielt, spielt in der Kunst eine wichtige Rolle. Die eigentlichen technischen Anwendungen sind jedoch die Laser-Interferometrie, mit der Objektveränderungen im Wellenlängenmaßstab nachgewiesen werden können, und die holografische Datenspeicherung. ■

Literatur

- 1 D. Gabor: Nature 166 (1948), 777.
- 2 A. Donges, R. Noll: Lasermesstechnik – Grundlagen und Anwendungen. Heidelberg: Hüthig Verlag (1993).