

Lehrveranstaltungshandbuch HO

Holografie

Version: 1 | Letzte Änderung: 19.09.2019 15:07 | Entwurf: 0 | Status: vom verantwortlichen Dozent freigegeben

– Allgemeine Informationen

Langname	Holografie
Anerkennende LModule	<u>HO BaET</u>
Verantwortlich	Prof. Dr. Stefan Altmeyer Professor Fakultät IME
Gültig ab	Sommersemester 2023
Niveau	Bachelor
Semester im Jahr	Sommersemester
Dauer	Semester
Stunden im Selbststudium	78
ECTS	5
Dozenten	Prof. Dr. Stefan Altmeyer Professor Fakultät IME
Voraussetzungen	Mathematik: - Vektorrechnung - komplexe Zahlen - Fourier Transformation Physik / Optik - geometrische Optik - Wellenoptik
Unterrichtssprache	deutsch
separate Abschlussprüfung	Ja

Literatur

Ackermann, Eichler: Holography (Wiley VCH)

Goodman: Fourier Optics (Roberts and Company Publishers)

Lauterborn, Kurz: Coherent Optics (Springer)

Abschlussprüfung

Details

So weit die Prüfungszahl nicht zu groß ist, wird eine mündliche Prüfung gegenüber einer schriftlichen Prüfung bevorzugt.

In der Prüfung werden auf unterstem Kompetenzniveau Kenntnisse abgefragt. Dies sind beispielsweise die Definition von dicken oder dünnen Gittern, die Formulierung der Gittergleichung für dicke Gitter bei verschiedenen Winkelverhältnissen, der Zahlenwert der Beugungseffizienz von Amplituden- und Phasenhologrammen.

Auf nächster Kompetenzstufe werden Fertigkeiten geprüft. Dies kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass bei einer gegebenen Geometrie in einem holografischen Aufbau die Lage der verschiedenen Beugungsordnungen ermittelt wird, die Beugungseffizienz der einzelnen Beugungsordnungen in einem dünnen Phasenhologramm berechnet wird, die Kohärenzanforderung eines holografischen Aufbaus in eine maximal zulässige Linienbreite des Lasers umgerechnet wird oder geschildert wird, auf welche Details beim Errichten eines holografischen Aufbaus geachtet werden muss.

Die höchste prüfbare Kompetenzstufe betrifft die Methodenkompetenz. Deren Ausprägung kann überprüft werden, indem ein Anwendungsfall geschildert wird: Aufgaben können sein einen Aufbau zur Aufnahme digitaler Hologramme für eine technische dreidimensionale Formvermessung zu konzipieren, einen Algorithmus zur Berechnung digitaler Hologramme in den Grundzügen zu entwerfen, oder Verfahren zu skizzieren, mit denen bestehende Hologramme so umkopiert werden können, dass die nicht mehr mit Laserlicht sondern mit Weißlicht rekonstruiert werden können. In einer geführten Diskussion -

oder geführten
Rechnung im Falle einer
Klausur - kann dabei
sehr genau festgestellt
werden, ob die
zugrundeliegenden
Prinzipien sicher und
proaktiv angewandt
werden, ob
Querschlüsse gezogen
werden können und ob
in einer
Zusammenschau mit
hinreichendem
Überblick gedacht und
agiert wird.

Mindeststandard

Mindestens 50 % der
Fragen richtig
beantwortet

Prüfungstyp

mündliche Prüfung,
strukturierte Befragung

– Vorlesung

Lernziele

Zieltyp	Beschreibung
Kenntnisse	Wesen eines Hologramms, Unterschied zu Foto, Stereogramm, 3D Kino etc.
	Dünne Gitter Gittergleichung Belichtung von Gittern Einfluss von Winkeln Einfluss von Polarisation Effizienz dünner Gitter Amplitudengitter Phasengitter
	Holografische Grundgleichung Belichtung eines Hologramms Rekonstruktion eines Hologramms Interpretation der verschiedenen Beugungsordnungen Lage der verschiedenen Beugungsordnungen Inline und Seitenbandhologramme
	Zonenplatten Inline Zonenplatten Interferenz von Kugel- und ebener Welle Brennpunkte als reelles und virtuelles Bild Rekonstruktion mit Weißlicht: Dispersion, orthoskopisches und pseudoskopisches Bild Interpretation als Gitter mit variabler Periode offaxis Zonenplatten Interferenz von Kugel- und ebener Welle Shift der Kugelwelle: verschobene Zonenplatte Neigung der ebenen Welle: elliptische Deformation der Zonenplatte Erhöhung der Ortsfrequenzen Trennung von reellem und virtuellem Bild Anwendungen: Partikel-Messtechnik, technische Einspritzvorgänge, lungengänge Sprays
	Grundlegende Eigenschaften von Hologramme Übergang von Zonenplatte zu

Besondere Voraussetzungen

keine

Begleitmaterial	Skript als herunterladbare Datei
Separate Prüfung	Nein

inhaltsreichem Hologramm
Dispersion in Hologrammen
Rekonstruktion mit anderer
Wellenlänge
Rekonstruktion mit weißem Licht
Unschärfe in ausladenden
Bildteilen
Sehwinkel von Hologrammen
Sehwinkel in Abhängigkeit von der
Bildlage
Belichtung durch hochaperturige
Objektive
Streuscheiben zur
Aperturvergrößerung bei filmnaher
Objektlage
Bildebenenhologramm mit Entfall
der Dispersion
Kohärenzanforderung bei der
Rekonstruktion
Quellgröße und laterale Schärfe
Spektrale Reinheit und axiale
Schärfe

Kopien von Hologrammen
Kotaktkopie
Kopie mit Bildortverlagerung
Kohärenzanforderungen bei
Kopien

Dicke Gitter
Definition
Bragg-Bedingung
erreichbare Effizienz

Hologramm-Klassen
Interferogramm zweier
Punktlichtquellen
Orte gleicher Phase sind Orte
gleicher Abstandsdifferenz
Klassifizierung
Dicke und dünne Hologramme
on- und offaxis Hologramme
Transmissions- und
Reflexionshologramme
Totalreflexionshologramme
Fourier Hologramme

Weißlichthologramme
Regenbogenhologramme nach
Benton
dünnes Weißlichthologramm
Begrenzung auf horizontale
Räumlichkeit
Methoden der Aufnahme und
Rekonstruktion
Vervielfältigung durch Prägen
Anwendungen: EC Karte, Ausweis,
Produktechtheit
Denisjuk-Hologramme
Dickes Weißlichthologramm
Lippmann'sche Farbfotografie
Prinzip der spektralen Filterung
Schärfentiefe, spektrale

Eigenschaften. Lichtstärke
Renaissance durch neue Holografie
Materialien: Photopolymere
RGB Denisjuk-Hologramme
Anwendungen: head-up display,
Sensorhologramme,
autostereoskopische
Bildschirme

Multiplexing von Hologrammen
Winkelmultiplexing
Wellenlängenmultiplexing
Aufteilung der
Brechzahlmodulation
Anwendungen: low-content
displays, RGB Denisjucs

Digitale Hologramme
Phasengerecht Überlagerung von
Kugelwellen
Materialbedingte Beschränkung
auf Amplituden oder Phasen
Phasenfreiheit der Bildpunkte
Gerchberg Saxton Algorithmen,
IFTA
Berechnung digitaler
Stereogramme
Phasendisplays, LCoS
Anwendungen: DOEs, Beamshaper,
holografischer Zollstock, flexible-
digitale Optiken,
bewegte holografische Bilder und
Displays

falls die Zeit im Semester ausreicht:

Theorie der gekoppelten Wellen
von Kogelnik zur Berechnung der
Beugungseffizienz in dicken
Hologrammen.

Fertigkeiten Für ein gegebenes Problem die Vor- und Nachteile verschiedener 3D Verfahren abwägen können

Effizienzen dünner Gitter berechnen

Die Arten und Lagen der verschiedenen Bilder in Seitenbandhologrammen berechnen

Verfahren zur räumlichen Verschiebung von Beugungsordnungen und gezielten Einstellung der Effizienz anwenden

Schärfentiefe in Hologrammen berechnen und Lichtquellen für die Holografie Parametrisieren

Hologramme klassifizieren und für Anwendungen die richtige Klasse auswählen

Für ein gegebenes Problem die richtige Art des Kopierverfahrens für Hologramme auswählen

Holografische Aufbauten anwendungsspezifisch auslegen

Digitale Hologramme berechnen

Aufwand Präsenzlehre

Typ	Präsenzzeit (h/Wo.)
Vorlesung	2
Tutorium (freiwillig)	0

– Praktikum

Lernziele

Zieltyp	Beschreibung
Fertigkeiten	Lasert auf eine optische Achse justieren
	ebene Wellen und Kugelwellen realisieren
	gefaltete Strahlengänge planen
	komplexe optische Aufbauten justieren
	Weglängenabgleich in unsymmetrischen Aufbauten realisieren
	Optischen Aufbau für Denisjuk Hologramm realisieren und selbiges belichten
	Optischen Aufbau zur Belichtung von Zonenplatten realisieren und on- und off-axis Zonenplatten belichten
	Optischen Aufbau für Gitter realisieren und Gitter belichten
	Optischen Aufbau für Seitenband Hologramm realisieren und selbiges belichten
	Optischen Aufbau für Regenbogenkopie realisieren und selbiges belichten
	Optischen Aufbau zur Rekonstruktion digitaler Hologramme mittels LCoS realisieren

Aufwand Präsenzlehre

Typ	Präsenzzeit (h/Wo.)
Praktikum	2
Tutorium (freiwillig)	0

Besondere Voraussetzungen

keine

Begleitmaterial

Anleitungen zu den Versuchen als herunterladbare Dateien.

Bedienungsanleitungen zu komplexen Geräten als herunterladbare Dateien.

Separate Prüfung

Ja

Separate Prüfung

Prüfungstyp

Projektaufgabe im Team bearbeiten (z.B. im Praktikum)

Details

1) Übungsaufgabe mit fachlich / methodisch eingeschränktem Fokus lösen
- Vor Antritt des Praktikums sind zu Hause ausgearbeitete Aufgaben vorzulegen. Die Aufgaben sind umfangreich und erfordern das Finden eigener Ansätze, die nicht in der Vorlesung vorgegeben wurden

2) Fachgespräch zu besonderen Fragestellungen
- Die obigen Aufgaben werden im Plenum der Teilnehmer diskutiert und von diesen vorgerechnet
- Die Grundideen zum Versuch werden vor dessen Durchführung intensiv diskutiert

3) Projektaufgabe (im Team) bearbeiten
Die Versuche werden im Allgemeinen zu zweit durchgeführt.
- Versuchsaufbauten müssen selber aufgebaut und justiert werden
- Mit den selber errichteten Versuchsaufbauten müssen Messdaten gewonnen werden

Mindeststandard

Alle schriftlichen Aufgaben müssen bearbeitet sein.

Die Grundideen des Experimentes müssen verstanden sein.

Alle Versuche müssen durchgeführt worden sein.

