

Lehrveranstaltung

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
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

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

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.

^ Vorlesung

Lernziele

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

Holofrafische 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 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

Kontaktkopie

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

Weißlichhologramme

Regenbogenhologramme nach Benton

dünnes Weißlichhologramm

Begrenzung auf horizontale Räumlichkeit

Methoden der Aufnahme und Rekonstruktion

Vervielfältigung durch Prägen

Anwendungen: EC Karte, Ausweis, Produktheit

Denisjuk-Hologramme

Dickes Weißlichhologramm

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 Denisjuks

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 eine 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

Separate Prüfung

keine

^ Praktikum

Lernziele

Fertigkeiten

Laser 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 Denijsuk 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

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.