

Einführung in die Fourieroptik (Wahlpflichtmodul, 4 SWS)

Dozentin: Sen. Prof. Dr. Ute Kaiser

Niveau: Bachelor / Master

Sprache: Englisch oder Deutsch

Warum erzeugen Linsen Bilder? Warum entstehen Beugungsmuster? Und warum spielt die Fouriertransformation eine so zentrale Rolle in der modernen Optik?

Die Fourieroptik zeigt, dass viele optische Systeme – von einfachen Linsen bis zu modernen Mikroskopen – als Transformationen zwischen Ortsraum und räumlichem Frequenzraum verstanden werden können. Diese Perspektive verbindet Abbildung, Beugung und optische Informationsverarbeitung in einem einheitlichen theoretischen Rahmen und bildet eine wichtige Grundlage der modernen Lichtoptik und Elektronenoptik.

Diese Konzepte sind entscheidend für das Verständnis moderner Abbildungssysteme, darunter optische Mikroskope, Elektronenmikroskope und Beugungsexperimente.

In der Veranstaltung werden diese Ideen durch Theorie, Simulation und Visualisierung erarbeitet. Zu den behandelten Themen gehören Beugungstheorie (Kirchhoff und Sommerfeld), Fresnel- und Fraunhofer-Beugung, Phasentransformationen durch Linsen, optische Propagation und das 4f-System, optische Filterung sowie Kohärenztheorie.

Die Studierenden wählen ein Thema aus und entwickeln dazu ein eigenes Jupyter-Notebook, in dem physikalische Zusammenhänge mit numerischen Simulationen in Python kombiniert werden. Gemeinsam untersuchen wir, wie die Fourieroptik elegante Erklärungen für viele optische Phänomene liefert. Den Abschluss bildet eine kleine „Fourieroptik-Mini-Konferenz“, in der die Studierenden ihre Ergebnisse präsentieren.

Um Theorie und Praxis miteinander zu verbinden, endet die Veranstaltung mit einer Exkursion zur Firma ZEISS, bei der Einblicke in moderne optische Technologien gegeben werden.

Vorbesprechung: 23. April 2026, 16:30 Uhr

Hinweis: *Vorkenntnisse in Fourieroptik oder Python sind nicht erforderlich. Die Studierenden erhalten Zugang zu einem Fourieroptik-Buch, das von Teilnehmenden früherer Jahrgänge dieser Veranstaltung an der Universität Ulm gemeinsam erarbeitet wurde und als Quelle dient.*

Introduction to Fourier Optics (Elective Module, 4 SWS)

Instructor: Sen. Prof. Dr. Ute Kaiser

Level: Bachelor / Master

Language: English or German

Why do lenses create images? Why do diffraction patterns appear? And why does the Fourier transform play such a central role in modern optics?

Fourier optics reveals that many optical systems—from simple lenses to advanced microscopes—can be understood as transformations between real space and spatial frequency space. This powerful perspective connects imaging, diffraction, and optical information processing and forms a fundamental basis for both modern light optics and electron optics.

These ideas are essential for understanding modern imaging systems, including optical microscopes, electron microscopes, and diffraction experiments.

In this course, students explore these ideas through theory, simulation, and visualization. Topics include diffraction theory (Kirchhoff and Sommerfeld), Fresnel and Fraunhofer diffraction, phase transformations by lenses, optical propagation and the 4f system, optical filtering, and coherence theory.

Students work on a topic of their choice and develop their own Jupyter Notebook, combining physical insight with numerical simulations in Python. Together we explore how Fourier optics provides elegant explanations for many optical phenomena. The course culminates in a small “Fourier Optics Mini-Conference,” where students present their results.

To connect theory with real-world applications, the course concludes with an excursion to ZEISS, offering insights into modern optical technologies.

Preliminary meeting: April 23, 2026, 16:30.

Note: *No prior experience in Fourier optics or Python is required. Students will receive access to a Fourier optics book that has been collaboratively developed by participants of previous editions of this course at Ulm University, providing an additional resource for exploring the subject.*