

Wieviel Theorie braucht man zum Verständnis der „experimentellen FOURIER - Optik“?

Thomas Franke; Herbert Schletter; Martin Dehnert

TU Chemnitz, Fakultät für Naturwissenschaften, Institut für Physik
DPG-Schule für Praktikumsleiter in Bad Honnef vom 5. bis 8. März 2023

Zusammenfassung bzw. Abstrakt des Vortrages zur DPG-Schule

Dieser Beitrag soll einem besseren Verständnis der recht komplexen und auch relativ komplizierten KIRCHHOFFschen Beugungstheorie Rechnung tragen und zeigen, dass man das Wellenphänomen **Beugung** theoretisch analysieren und modellieren kann. Darüber hinaus soll er den Sinn und die Notwendigkeit der Verwendung von FOURIER-Integralen in der Vorlesung für die Zuhörer motivieren und begründen.

Die experimentellen Befunde zeigen, dass es bei einer optischen Abbildung eines Gegenstandes einerseits im Rahmen der Strahlen-Optik zu einer geometrischen Abbildung des Gegenstandes unter Einhaltung der Abbildungsgleichung sowie des Abbildungsmaßstabes kommt. Es entsteht andererseits immer in der hinteren, also bildseitigen Brennebene einer Sammellinse das Beugungsbild des Gegenstandes. Die Intensitätsverteilung des Beugungsbildes entspricht der FOURIER-Transformierten der den Gegenstand beschreibenden Funktion.

Nach KIRCHHOFF ist das HUYGENSSche Prinzip eine direkte Folgerung der MAXWELL-Gleichungen und ihrer Randbedingungen an Grenzflächen und Hindernissen.

Ausgangspunkt des Vortrages sind die experimentellen Ergebnisse der Hybridexperimentalshow in Chemnitz anlässlich der DPG-Schule 2022. Es wurde ein Versuchsaufbau vorgestellt, mit dem man gleichzeitig Primär- und Sekundärbild einer optischen Abbildung eines Gegenstandes beobachten kann. Wir wissen, dass das Mikroskopbild ein Interferenzeffekt ist, der auf einem Beugungsphänomen beruht (ERNST ABBE).

In der Experimentalgrundlagenvorlesung wird die Interferenz durch Beugung am Spalt, Doppel- und Mehrfachspalt bis hin zum optischen Gitter halbquantitativ behandelt. Den Studierenden wird zunächst demonstriert, an welchen Orten sich Maxima und Minima befinden. Anschließend wird die Intensitätsverteilung als Maß für die Helligkeit hergeleitet. Die Studierenden setzen sich im Praktikum ausführlich mit dieser Problematik auseinander.

Die harmonische Analyse (FOURIER-Analyse, FOURIER-Synthese, FOURIER-Reihen) wird bei der Superposition von Schwingungen in ganz anderem Zusammenhang vorgeführt.

In der Beugungstheorie geht es nun einerseits darum zu zeigen, dass letztendlich alle Phänomene mit der Wellengleichung beschrieben werden können, andererseits sollen die in der Vorlesung demonstrierten Spezialfälle verallgemeinert werden. Das entspricht der typischen Arbeitsweise eines Experimentalphysikers im Unterschied zum Theoretiker bzw. auch Mathematiker. Damit wird der in Chemnitz gehaltene Vortrag ergänzt und abgerundet, wobei auch auf fachmethodische und didaktische

Aspekte bei der Wissensvermittlung innerhalb der Lehrveranstaltungen eingegangen wird.