



Ziel dieses Versuches ist es, zu zeigen, dass man viele bekannte Phänomene aus der Optik wie Interferenz und Beugung auch mit Mikrowellen beobachten kann. Im Gegensatz zu Licht liegen die beobachtbaren Phänomene allerdings im Bereich von Zentimetern, wodurch manche Effekte wie der optische Tunneleffekt erst gut sichtbar gemacht werden können. Die entstehenden Felder können einfach mit Hilfe einer Sonde ausgemessen werden. Die Transversalwelleneigenschaften von Mikrowellen werden damit eindrucksvoll demonstriert.

Gleichzeitig sollen in diesem Versuch Methoden moderner Datenerfassung eingesetzt und das Auswerten größerer Datenmengen mit Hilfe von Tabellenkalkulationen geübt werden. Sie benötigen einen USB-Stick zur Übernahme Ihrer Messdaten.

Details zum Aufbau, Funktionsweise des CASSY Messinterfaces, zu versuchsspezifischen Effekten und zur Auswertung finden Sie in der Hilfe zu diesem Versuch.

Aufgaben :

1 Bestimmen Sie die Wellenlänge der bei diesem Versuch benutzten Strahlung durch Ausmessen des Feldes einer stehenden Wellen vor einer Metallplatte. Messen Sie mit dem Empfangsdipol. Sein Haltestift soll senkrecht zur Strahlrichtung montiert sein. Extrapolieren Sie die Intensität-über-Ort-Auftragung bis zur Metalloberfläche.

2 Beobachten Sie das emittierte Signal mit Hilfe des Hornempfängers und CASSY. Schließen Sie den Hornempfänger an den Eingang B von CASSY an und beobachten Sie das Mikrowellensignal. Wie sieht die Signalform aus? Überlegen Sie sich, wie Sie eine intensitätsproportionale Größe messen können.

3 Justieren Sie den Aufbau zur Messung des Interferenzmusters und studieren Sie zunächst den Effekt der so genannten Fresnel-Beugung am Einzelspalt. Verwenden sie hierzu den Bewegungswandler von CASSY zusammen mit der Scheibe und dem Keilriemen. Messen Sie die Intensität in Abhängigkeit vom Winkel. Justieren Sie den Aufbau, um ein möglichst optimales Messergebnis für den Grenzfall der Fraunhofer'schen Beugung zu erhalten. Woran können Sie den Effekt der Fresnel-Beugung im Spektrum erkennen ?

4 Messen Sie das Spektrum eines Einzelspalts, eines Doppelspalts und eines Gitters mit Hilfe von CASSY. Vergleichen Sie in der Auswertung die gemessene mit der theoretisch vorhergesagten Kurve, die als freie Parameter die Gitterparameter und die (oben bereits grob bestimmte) Wellenlänge enthält. In einer „Anpassung per Auge“ können Sie nun die Wellenlänge variieren, bis die beste Übereinstimmung Ihrer gemessenen Kurve mit der berechneten erreicht wird, und so ebenfalls die Wellenlänge bestimmen.

5 Bauen Sie mit Hilfe zweier senkrecht zum Strahlengang montierter Plexiglasscheiben ein Interferometer auf. Messen Sie die Intensität in Abhängigkeit vom Plattenabstand mit Hilfe von CASSY und dem Bewegungswandler. Bestimmen Sie wieder mit Hilfe einer „Anpassung per Auge“ die Wellenlänge der verwendeten Mikrowellen.

6 Untersuchen Sie die Polarisation der Mikrowellenstrahlung a) ohne ein zusätzliches Element und b) mit einem $\lambda/4$ -Plättchen' im Strahlengang. Drehen Sie dazu den Hornempfänger um seine Achse und messen Sie die Intensität in Abhängigkeit von der Stellung. Das $\lambda/4$ -Plättchen' ist ein Metallstreifengitter, dessen Streifen unter 45° gegen die Polarisationsrichtung der einfallenden Strahlung ausgerichtet sind. Es erzeugt elliptische und zirkulare Polarisation. Das liegt daran, dass die Teilwelle mit E-Feld parallel zu den Metallstreifen viel stärker gedämpft wird als die andere. Diskutieren Sie das Zustandekommen der elliptischen Polarisation. Vergleichen Sie die gemessenen Daten mit den theoretisch erwarteten Kurven.

7 Vergleichen Sie bei Glas, bei Plexiglas und bei dem Paraffin der Linsen qualitativ das Absorptionsvermögen für Zentimeterwellen mit dem für sichtbares Licht (nur phänomenologisch, ohne Erklärung).

8 Messen Sie die Intensität I der Strahlung, die bei 'Totalreflexion' an der Hypotenuse eines Prismas noch in das optisch dünnere Medium eintritt ('optischer Tunneleffekt'), als Funktion des Abstandes x von der Hypotenuse. Ändern Sie den Abstand zweier hypotenusenparalleler Prismen und messen Sie hinter dem zweiten Prisma die Intensität des parallel versetzten Strahls mit dem Hornempfänger. Achten Sie auf senkrechten Einfall der Strahlung bei den Kathetenflächen. Tragen Sie $\ln(I)$ über x auf. Berechnen Sie die Steigung der Geraden und daraus die Reichweite R , nach der die Intensität um den Faktor e abgeschwächt ist. Vergleichen Sie R mit der Wellenlänge.

Zubehör:

- Gunn-Diode (ca.10 GHz), Netzgerät dazu
- Empfangsdipol mit Demodulator-Diode
- Hornempfänger mit Demodulator-Diode
- NF-Verstärker
- CASSY Messinterface mit Kabeln und Bewegungswandler
- PC zur Datenerfassung mit CASSY Lab Software
- optische Bank mit Schwenkteil und Winkelskala und diversen Reitern
- Drei Einfachspalte ($b=3,8$ cm; $b=7$ cm; $b=11$ cm)
- Zwei Doppelspalte ($b=7$ cm $g=10,5$ cm; $b=3,8$ cm $g=7,6$ cm)
- Dreifachspalt ($b=7$ cm $g=10,5$ cm)
- Vierfachspalt ($b=3,8$ cm $g=7,6$ cm)
- Fünffachspalt ($b=3,2$ cm $g=6,4$ cm)
- Metallplatte (34 cm x 34 cm)
- zwei Plexiglasplatten (30 cm x 30 cm)
- Plexiglastisch (55 cm x 205 cm)
- zwei Paraffinlinsen (ca. $f=29$ cm)
- zwei Zuckerprismen ($n(10\text{ Ghz})=1,5$)
- Glasplatte
- Metallstreifengitter ($\lambda/4$ -Plättchen') für 45° -Montage

Literatur:

Kapitel zur Wellenoptik in jedem Physiklehrbuch (Gerthsen, Tipler, Hecht ...)

Bergmann, Schäfer: Experimentalphysik, Bd.3

Meyer, Pottel: HF-Technik

Frieser: Mikrowellenmeßtechnik

Hollerbach: Staatsexamensarbeit 'Optische Versuche mit cm-Wellen'

CASSY-Manual:

<http://www-ekp.physik.uni-karlsruhe.de/~simonis/praktikum/allgemeines/Cassy-Handbuch.pdf>