

Einfache Experimente zu Koronen

LES COWLEY | PHILIP LAVEN | MICHAEL VOLLMER

Dieses Dokument ist eine Ergänzung zum Artikel „Farbige Ringe um Sonne und Mond“ über Koronen in **Physik in unserer Zeit**, 36. Jahrgang 2005, Nr. 6, S. 266. Es stellt einige Experimente vor, die zu diesem Thema im Unterricht durchgeführt werden können. Der letzte Abschnitt enthält drei Bilder mit Winkelskalen.

Einzelne Kreisblende

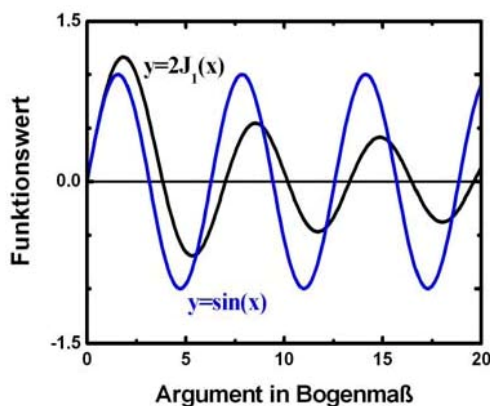


Abb. 1 Vergleich von Sinusfunktion und Bessel-Funktion $J_1(x)$. Die Bessel-Funktion hat eine etwas längere Periode und fällt in der Amplitude rasch ab.

Zur Bestätigung des Intensitätsverlaufs entsprechend der Bessel-Funktion nach Gleichung (1) im Artikel (Abbildung 1) kann man einfache Beugungsexperimente mit Lasern durchführen, zum Beispiel HeNe-Lasern oder Laserpointern. Irisblenden oder Kreisblenden festen Durchmessers bis hinunter zu $1\mu\text{m}$ sind kommerziell erhältlich (z. B. bei Edmund Scientific). Abbildung 2 zeigt ein aus zwei Teilbildern zusammengesetztes Beugungsbild einer Kreisblende mit $60\mu\text{m}$ Radius, die mit parallelem rotem und grünem Laserlicht beleuchtet wurde.

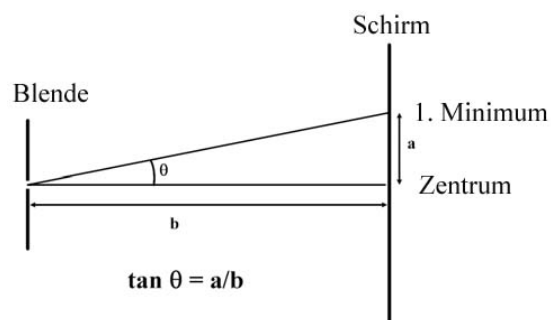
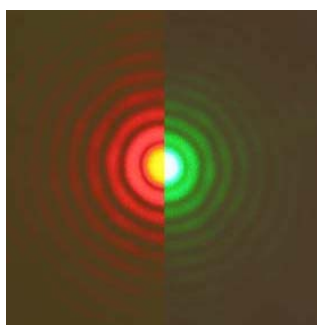


Abb. 2 links: Aneinandergefügte Beugungsmuster einer Kreisblende von $60\mu\text{m}$ Radius bei Beleuchtung mit Licht eines roten ($\lambda = 632,8\text{ nm}$) und grünen ($\lambda = 543\text{ nm}$) Lasers. Die Farben des zentralen Maximums kommen durch Überbelichtung zustande. Rechts: Geometrie zur Ausmessung des Beugungswinkels. Im Beispiel lag der Winkel des 1. roten Minimums bei $0,37^\circ$ entsprechend einem Blendenradius von $59,8\mu\text{m}$.

Das Bild wurde in großer Entfernung auf einen weißen Schirm projiziert (andere experimentelle Aufbauten sind in [1] beschrieben). Der Beugungswinkel kann aus der Geometrie des Aufbaus (Abbildung 2 links) berechnet werden. Die Genauigkeit steigt, wenn höhere Ordnungen vermessen werden.

Kreisblenden können auch mit Weißlicht beleuchtet werden. Da diese viel niedrigere Lichtintensitäten als Laser haben, sind auf einen Schirm projizierte Beugungsmuster aber nur in einem abgedunkelten Raum schwach sichtbar, wenn die Augen sich an Dunkelheit gewöhnt haben. Deshalb stellt man am besten eine kleine Halogenlampe oder weiße Leuchtdiode hinter einen Schirm mit einem etwa 1 mm großen Loch. Das Licht dieser „punktförmigen“ Quelle ist dann in einigen Metern Entfernung nahezu parallel, und man kann eine Kreisblende kleinen Durchmessers vor das Auge halten: Sofort ist eine farbige Korona sichtbar. Bei diesem Versuch ist das Licht schwach genug, dass die Augen keinen Schaden erleiden. Bei Versuchen mit Lasern gilt natürlich immer: **Niemals in das Laserlicht blicken!**

Zufällig verteilte Kreisblenden

Um die natürlichen Koronen, die durch Millionen von Wassertropfen zustande kommen, besser zu imitieren, kann man auch die Beugung an einer großen Zahl von kleinen Kreisscheibchen untersuchen. Die Scheiben werden zunächst durch ein Computerprogramm statistisch verteilt erzeugt [1] und dann das Bild ausgedruckt. Der Ausdruck (Abbildung 3 zeigt links einen Ausschnitt) wird mit einem Schwarzweißfilm photographiert, der eine hohe Auflösung hat (um den Preis einer niedrigen Empfindlichkeit). Dabei werden die Durchmesser der Scheibchen verkleinert. Sie liegen typischerweise in der Größenordnung von 100 μm . Auf der Fläche eines Dias befinden sich also viele hundert Scheibchen. Die Abstände zwischen den Scheiben betragen zwar nur etwa zwei Scheibendurchmesser, da die Probe aber zweidimensional ist, tritt keine Mehrfachstreuung auf.

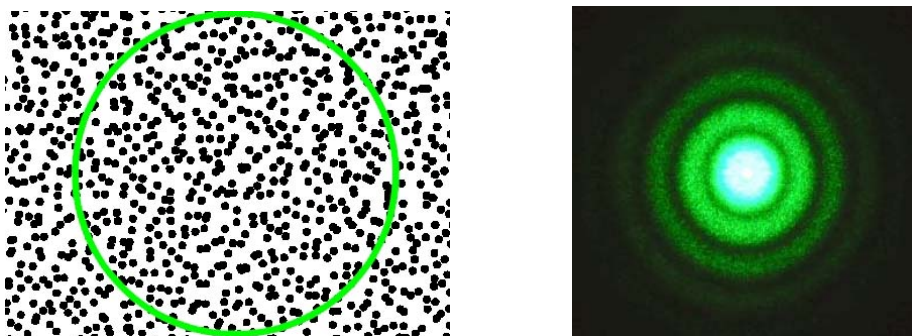


Abb. 3 Links: Probe mit zufällig verteilten Kreisscheiben. Der grüne Kreis deutet den Durchmesser des aufgeweiteten Laserstrahls an, der etwa 500 Scheiben trifft. Rechts: Das zugehörige Beugungsmuster bei Beleuchtung mit einem grünen HeNe-Laser.

Bei Beleuchtung mit einem aufgeweiteten Laserstrahl kann in einer Entfernung von einigen Metern hinter dem Schirm sofort ein ausgeprägtes Beugungsmuster beobachtet werden

(Abbildung 3 rechts). Die Aufweitung des Strahls kann man durch zwei Linsen erreichen, die eine deutlich unterschiedliche Brennweite haben. Sie werden im Abstand der Summe ihrer Brennweiten aufgestellt. Die Linse mit der kürzeren Brennweite steht näher am Laser. Das zentrale Maximum ist heller, als es Gleichung (1) im Artikel errechnet. Der Grund: Viel Licht geht durch die transparenten Teile des Dias ungestreut hindurch.

Die Proben gestatten auch sehr einfach die Beobachtung von Weißlichtbeugungsmustern. Dazu werden wie oben beschrieben entfernte Punktlichtquellen (**keine Laser!**) durch das Dia beobachtet.

Auf Glas kondensierte Wassertröpfchen

Koronen erinnern auch an die optischen Phänomene, die auftreten, wenn Lichtquellen durch beschlagene Scheiben beobachtet werden. Obwohl diese den Koronen ähneln, gibt es auch deutliche Unterschiede: Sie besitzen keine Aureole und zeigen häufig radiale Streifen. Die wesentliche Ursache für diese Unterschiede ist die enge und regelmäßige Anordnung kondensierter Wassertröpfchen auf Glas [2].

Literatur

- [1] W. Schneider, M. Vollmer, Proc. 8th Int. Meeting on Meteorol. Optics, Appl. Opt., Ende 2005; Programm zur Simulation von Pollenkoronen unter www.didaktik.physik.uni-erlangen.de unter "Downloads windows".
- [2] R.A.R. Tricker, Introduction to meteorological optics, Elsevier 1970.

Bildbeispiele mit Winkelskalen





