Die Grundversuchsanordnungen für die Lichtbeugung an Kanten

Hanspeter Seipp

Summary

The simplest arrangements of edges that give rise to the phenomenon of light diffraction are presented. Especially two of them are of particular importance. They imply two different types of optical imaging and generate diffraction patterns of opposite character. One involves the casting of a shadow by a pointlike light-source where 'dark fringes in the luminous region' are generated, the other represents the image formation of a pinhole camera, where 'bright fringes in the dark' are produced. Some more complicated situations are analyzed and it is shown how they can be brought into relation to the basic arrangements following a phenomenological method similar to Goethe's approach in his theory of prismatic colors.

1 Einleitung und Zielsetzung

Die vorliegende Arbeit entstand ausgehend von der Frage: Welches ist die einfachste Versuchsanordnung mit Kanten, welche das Phänomen der Lichtbeugung in der Gestalt eines rhythmischen Hell-Dunkel-Musters (Beugungsmuster) zeigt?

«Einfachste Versuchsanordnung» soll hier heißen, dass kein Bestandteil weggelassen und keine Bedingung aufgehoben werden kann, ohne dass das fragliche Phänomen verschwindet. Ich bezeichne im Folgenden derartige «einfachste» Versuchsanordnungen als *Grundanordnungen*. Es sind beispielsweise folgende Fragen zu beantworten: Wie viele Kanten müssen mindestens vorhanden sein? Wie sind sie anzuordnen? Von welcher Art muss die Beleuchtung sein? Sind Linsen erforderlich? Geht man diesen Fragen nach, so zeigt sich, dass mindestens drei Kanten erforderlich sind, dass aber deren Anordnung noch gewisse Variationsmöglichkeiten offen lässt. Von den möglichen Grundanordnungen sind vor allem zwei, die zu verschiedenartigen Beugungsmustern Anlass geben, von Bedeutung. Diese werden in Abschnitt 2.3 einander gegenübergestellt. Es soll an dieser Stelle erwähnt werden, dass auch Rudolf E. *Maier* (1923) nach den einfachsten Versuchsanordnungen für Lichtbeugung suchte. Er stellt in seinem Artikel vier mögliche Kandidaten vor, bestehend aus zwei Kanten und einer Linse. Bei den Phänomenen, welche durch diese hervorgerufen werden, handelt es sich jedoch nicht um Beugungsmuster, sondern um Farb-

erscheinungen im Zusammenhang mit der chromatischen Aberration der Linse.

Ist zu einem Phänomen die Grundanordnung gefunden, so ist es möglich, verwandte Phänomene, die in anderen, auch komplizierteren Situationen auftreten, auf das erstere zurückzuführen. Dies gelingt dann, wenn innerhalb der Bedingungen, unter welchen jenes andere Phänomen entsteht, die Grundanordnung als Element erkannt wird. Dieses Vorgehen ist ein wesentlicher Bestandteil der phänomenologischen Methode, die darin besteht, die Phänomene als solche, ohne Vermittlung durch hinzukonstruierte Objekte, wie es beispielsweise die Lichtwellen sind, miteinander in Beziehung zu bringen. Zwischen zwei Phänomenen kann eine Beziehung auch hergestellt werden, indem durch kontinuierliche Veränderung der Versuchsanordnung das eine in das andere übergeführt wird. In Abschnitt 3 werden einige etwas kompliziertere Beugungserscheinungen auf diese Weise untersucht.

Nun wird man immer, wenn man nach Gesetzmäßigkeiten sucht, gewisse Aspekte ins Zentrum rücken und andere ausblenden. So werden im Folgenden die Farben, die sich bei Verwendung einer weißen Lichtquelle in den Beugungsmustern zeigen, nicht untersucht. Außerdem bleibt der quantitative Aspekt unberücksichtigt, da es vorerst darum gehen soll, ganz innerhalb des Qualitativen zu bleiben und zu zeigen, dass auch so eine exakte Methode verfolgt werden kann. Nicht zuletzt ist es auch ein Ziel dieses Artikels, in ganz praktischer Hinsicht einfachst mögliche Versuchsanordnungen zu beschreiben, mit welchen Beugungserscheinungen beobachtet werden können. Das dafür benötigte Material findet man sozusagen in jedem Haushalt. Es braucht zwar etwas Übung, die meist feinen Details zu erkennen, und die Versuche eignen sich nicht zur Vorführung vor einem Auditorium, doch ist man aufgrund ihrer leichten Durchschaubarkeit näher beim Ursprung der Phänomene als bei Verwendung von Lasern und raffinierten Projektionsvorrichtungen.

2 Beugungsmuster an einer Schattengrenze

2.1 Lichtbeugung bei der Schattenprojektion

Betrachten wir zuerst die Bedingungen, unter welchen ein Schatten entsteht. Es sind dazu drei Elemente erforderlich: Eine Lichtquelle LQ, ein Schatten werfender Gegenstand K und eine Projektionsfläche PF (Abb. 1). Als Schatten werfender Gegenstand kann im einfachsten Fall ein Stück Karton mit gerader Kante dienen. Ich brauche dafür im folgenden die Bezeichnung *Kante.*

Auf der Projektionsfläche sind vorerst zwei Bereiche zu unterscheiden: der eigentliche, dunkle Schatten (Kernschatten) und ein heller, voll beleuchteter Bereich. Dazwischen befindet sich ein fließender Übergang, für welchen die Bezeichnung *Übergangsschatten* gebräuchlich ist. Seine Breite steht mit der

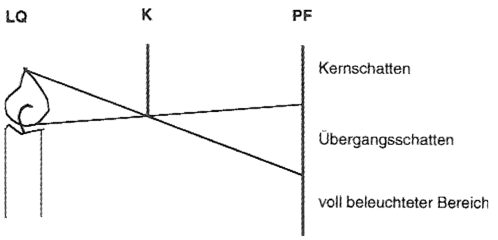

Abb. 1