

Beugung

veröffentlicht im Internet unter aufgabomat.de

Inhalte: Huygenssches Prinzip, Beugung, Gitterkonstante, Gangunterschied, konstruktive Interferenz, Beugungsmaxima, Spektrometer

Gliederung:

1 Das Phänomen der Beugung	1
2 Grundlagen der Spektrometrie	2

1 Das Phänomen der Beugung

Abbildung 1 zeigt links die Aufsicht einer als gerade Linie dargestellten Wellenfront. Das **Huygenssche Prinzip** besagt, dass jeder Punkt einer solchen Wellenfront als Ausgangspunkt einer sich kugelförmig ausbreitenden Elementarwelle angesehen werden kann. Die Wellenfront zu einem späteren Zeitpunkt ergibt sich als Umhüllende dieser sich überlagernden Elementarwellen.

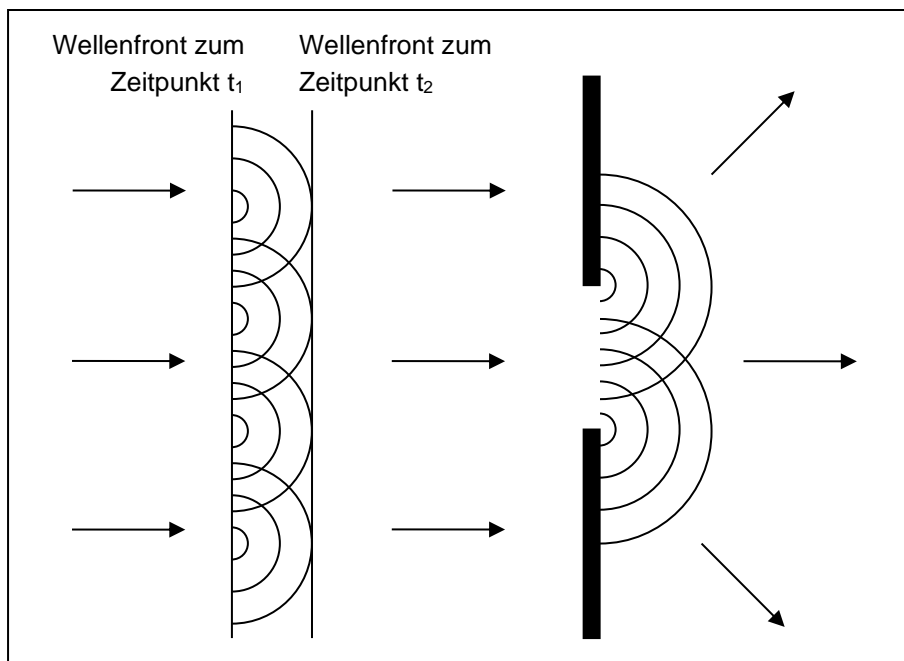


Abbildung 1: Huygenssches Prinzip und Beugung an einem Spalt.

Rechts in Abbildung 1 ist die Situation gezeigt, wenn die Wellenfront auf ein Hindernis, hier einen Spalt, trifft. Schematisch dargestellt sind die beiden Elementarwellen, die von den Randpunkten der Spaltöffnung ausgehen. Die Wellenfront breitet sich nicht nur in der senkrechten Projektion des Spaltes, sondern allseitig in den Halbraum hinter dem Spalt aus. Diese Abweichung von der geradlinigen Ausbreitung, die eine Wellenfront beim Auftreffen auf ein Hindernis erfährt, bezeichnet man als **Beugung**.

2 Grundlagen der Spektrometrie

In Abbildung 2 besteht das Hindernis aus einem Doppelspalt. Es wird vereinfachend angenommen, dass die Spaltöffnungen so schmal seien, dass sie jeweils Ausgangspunkt genau einer Elementarwelle sind. Trifft eine Wellenfront auf die Spaltöffnungen, breitet sie sich somit in Form zweier Elementarwellen im Halbraum hinter dem Doppelspalt allseitig aus. Der Abstand zwischen den Spalten wird **Gitterkonstante** genannt. Dieser Name rührt daher, dass man in der Spektrometrie üblicherweise mit so genannten **Beugungsgittern** arbeitet, die aus wesentlich mehr als nur zwei Spalten bestehen.

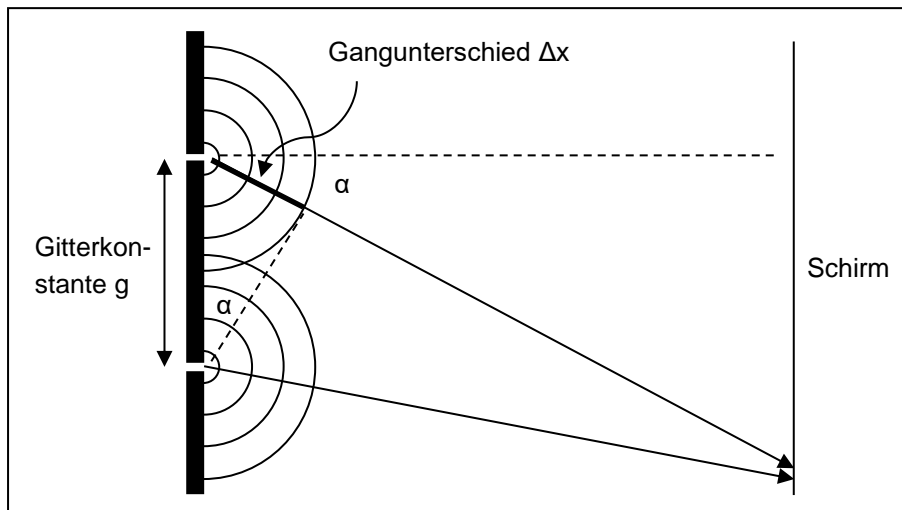


Abbildung 2: Beugung am Doppelspalt. Eingezeichnet sind unter anderem die Wege, die zwei Wellen bis zu ihrer Überlagerung auf einem Schirm zurücklegen.

Beim Auftreffen auf einen Schirm hinter dem Doppelspalt überlagern sich die Elementarwellen. Je nachdem, unter welchem Winkel α die Wellen auf den Schirm treffen, haben sie unterschiedlich lange Wege zurückgelegt. Man spricht davon, dass die Wellen einen **Gangunterschied** aufweisen. Dieser beträgt $\Delta x \approx g \sin(\alpha)$.

Falls der Gangunterschied ein ganzzahliges Vielfaches der Wellenlänge λ beträgt, so kommt es bei der Überlagerung der Elementarwellen zur so genannten **konstruktiven Interferenz**: Dadurch, dass die Maxima der einen Welle sich zu den Maxima der anderen Welle addieren, verstärken sich die beiden Wellen gegenseitig. Bei gegebener Gitterkonstante g und Wellenlänge λ entstehen daher Amplitudenmaxima (**Beugungsmaxima**) unter Winkeln α_n , für die

$$g \sin(\alpha_n) = n \lambda \quad (1)$$

gilt ($n \in \mathbb{N}_0$). n wird als die **Ordnungszahl** der Beugungsmaxima bezeichnet. Das Maximum nullter Ordnung liegt auf der Senkrechten zur Gitterebene, die Maxima höherer Ordnung sind achsensymmetrisch zur Senkrechten angeordnet. Ihre Stärke nimmt mit der Ordnung ab.

Bei gegebener Gitterkonstante g sind die Winkel, unter denen die Beugungsmaxima zu beobachten sind, umso größer, je größer die Wellenlänge λ ist (Gleichung 1). So wird beispielsweise polychromatisches Licht (Licht, das aus Wellen unterschiedlicher Länge besteht) in seine spektralen Anteile zerlegt. Doppelspalt und Beugungsgitter lassen sich aus diesem Grunde als **Spektrometer** einsetzen, also zur Analyse von Licht und zur Messung von Wellenlängen.