Die Beugungserscheinungen lassen sich theoretisch am einfachsten beschreiben und auswerten, wenn das Objekt mit einem kohärenten parallelen Lichtbündel (z.B. Laserstrahl) senkrecht beleuchtet und das Interferenzbild in sehr großer Entfernung vom Beugungsobjekt betrachtet wird. Letzteres ist näherungsweise gewährleistet, wenn die Abmessungen der beugenden Struktur (Spaltbreite, Gitterkonstante) klein gegen den Abstand zwischen Beugungsobjekt und dem Schirm ist, auf dem man das Beugungsbild beobachtet. Diesen in der Praxis oft gerechtfertigten Spezialfall bezeichnet man als **Fraunhofer-Beugung**. Die interferierenden Elementarwellen sind dann Parallelstrahlen, deren Gangunterschied in einfacher Weise nur vom Beugungswinkel abhängt.

2.1 Fraunhofer-Beugung am Spalt

Ein Spalt der Breite b wird senkrecht mit einem parallelen Lichtbündel (näherungsweise durch Laserbündel realisiert) beleuchtet (Abb. 2). In großer Entfernung hinter dem Spalt ist senkrecht zur Spaltrichtung die charakteristische Beugungsfigur erkennbar (Abb. 2 b). Sie besteht aus einem breiten zentralen Maximum (0-ter Ordnung) und weiteren Nebenmaxima, die durch Minima getrennt sind. Die Nebenmaxima sind bei kleinem Beugungswinkel β nur etwa halb so breit wie das Hauptmaximum ($\beta_1^{\min} - \beta_{-1}^{\min} \approx 2(\beta_2^{\min} - \beta_1^{\min})$).

Um das Entstehen des ersten Beugungsminimums zu veranschaulichen, wird die Spaltöffnung b gedanklich halbiert. Wir wählen einen beliebigen Punkt P_1 aus der oberen Hälfte und bestimmen im Abstand $b/2$ einen Partner P_2 aus der unteren Hälfte.

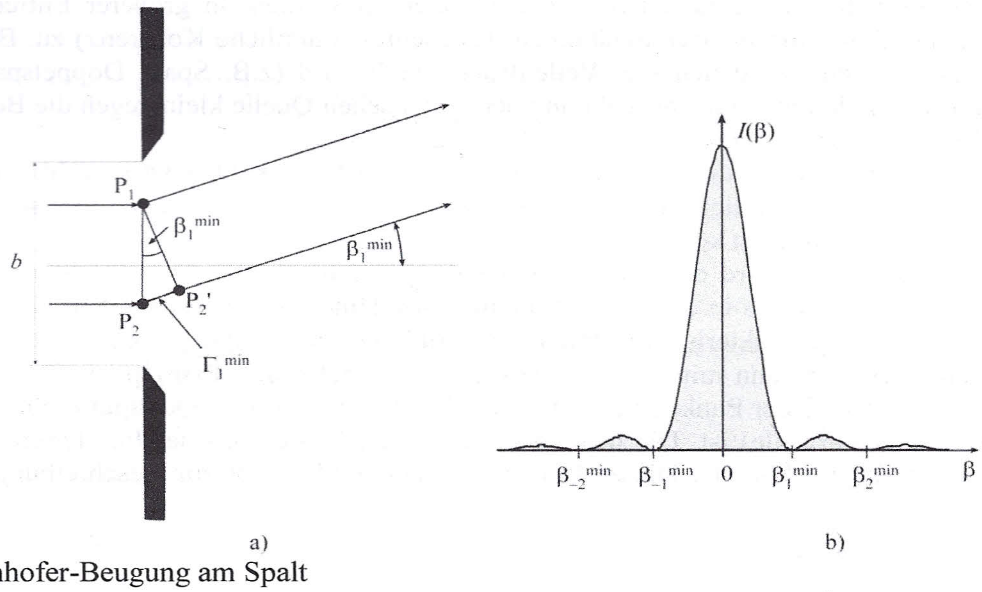

Abb. 2: Fraunhofer-Beugung am Spalt

a) Zur Erklärung der Entstehung des Beugungsminimums 1. Ordnung $\beta_1^{\min}$

b) Intensitätsverteilung im Beugungsbild

Die in diesen Punkten erregten Elementarwellen löschen sich unter dem Beobachtungswinkel $\beta_1^{\min}$ aus, wenn sie nach Gl. (3b) den Gangunterschied $\lambda/2$ besitzen. Aus dieser Bedingung und einer geometrischen Betrachtung im Dreieck $P_1P_2P_2'$ erhält man über

$$(4) \qquad \Gamma_1^{\min} = \overline{P_2P_2'} = \overline{P_1P_2}\sin\beta_1^{\min} = \frac{b}{2}\sin\beta_1^{\min} = \frac{\lambda}{2}$$