

Interferenz von Licht



*Die Beugung von Lichtwellen an einem Doppelspalt
erzeugt ein typisches Interferenzbild.*

► Verbesserung der Sichtbarkeit ?

$$\frac{s_k}{a} \approx \frac{k \cdot \lambda}{b}$$

(1) ... großer Schirmabstand a

(2) ... kleinerer Spaltabstand b

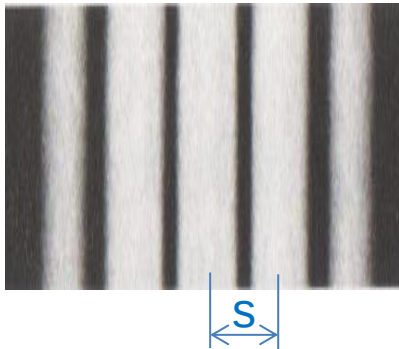
(3) ... mehrere interferierende Lichtwellen

$$s \sim a$$
$$s \sim \frac{1}{b}$$

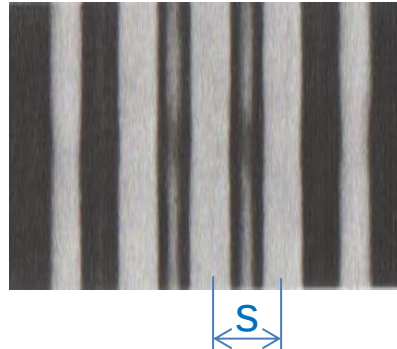
Erhöhung der Spaltanzahl:

(Spaltabstand $b = \text{konstant}$)

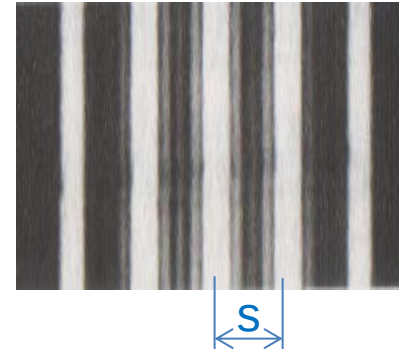
Interferenz
am Doppelspalt



Interferenz
am Dreifachspalt



Interferenz
am Fünffachspalt



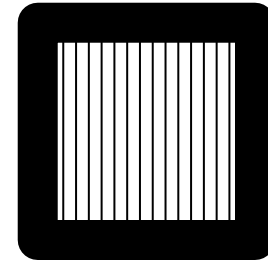
Mit zunehmender Anzahl der Spaltöffnungen nimmt die Schärfe und Helligkeit der Hauptmaxima zu.

Die Lage (Ort/**Abstand**) der Maxima bleibt unverändert.

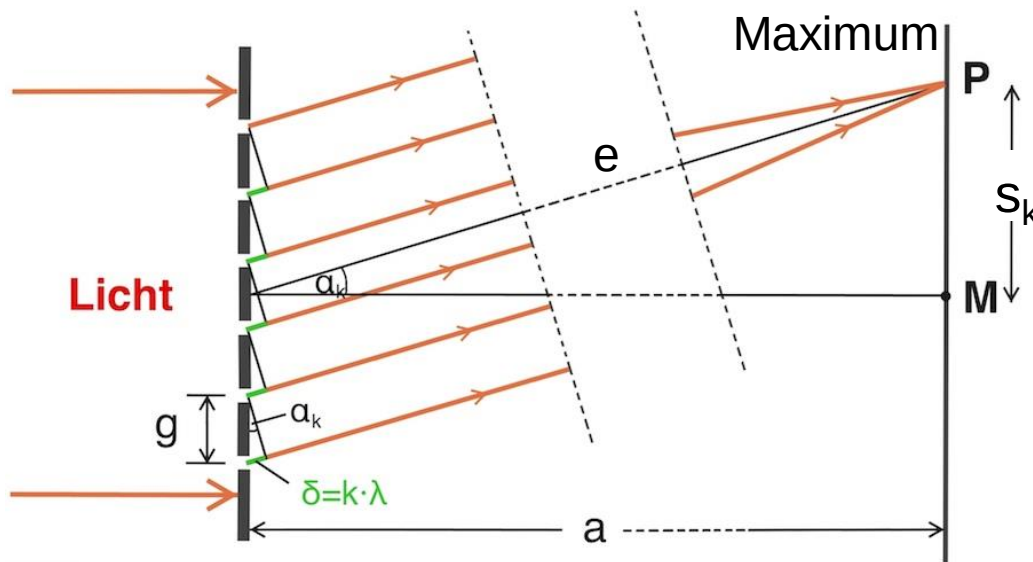
→ Zwischen den Hauptmaxima werden Nebenmaxima sichtbar.

→ Sie entstehen durch Beugung und Interferenz an den Kanten der Spaltöffnungen.

Interferenz am optischen Gitter:



Ein optisches Gitter beschreibt eine Anordnung von sehr vielen parallelen Spaltöffnungen mit gleichem Abstand.



Ein Interferenzmaximum ergibt sich aus der konstruktiven Interferenz sehr vieler Lichtwellen.

Es gelten die selben Gleichungen wie am Doppelspalt !

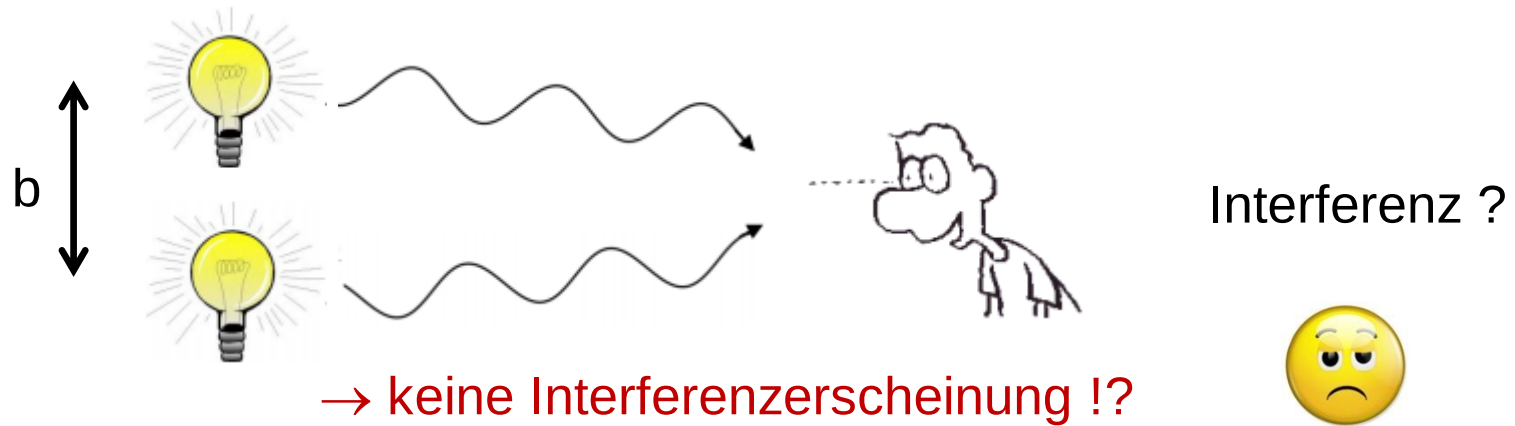
Der Spaltabstand wird durch die Gitterkonstante **g** beschrieben.

Die Gitterkonstante **g** ist der reziproke Werte der Anzahl der Spaltöffnungen je Längeneinheit.

$$g = \frac{\text{Breite des Gitters (Längeneinheit)}}{\text{Anzahl der Spaltöffnungen}}$$

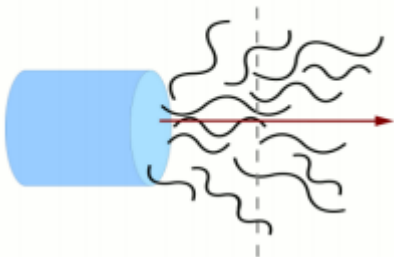
$$[g] = \text{m (bzw. mm)}$$

Interferenz von weißem Licht:



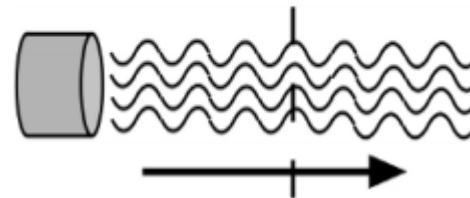
Stabile Interferenzmuster entstehen nur bei Verwendung von kohärentem Licht.

Glühlicht:



- kurze Wellenzüge
 - unterschiedliche Phasenbeziehungen
 - verschiedene Wellenlängen
- **inkohärent**

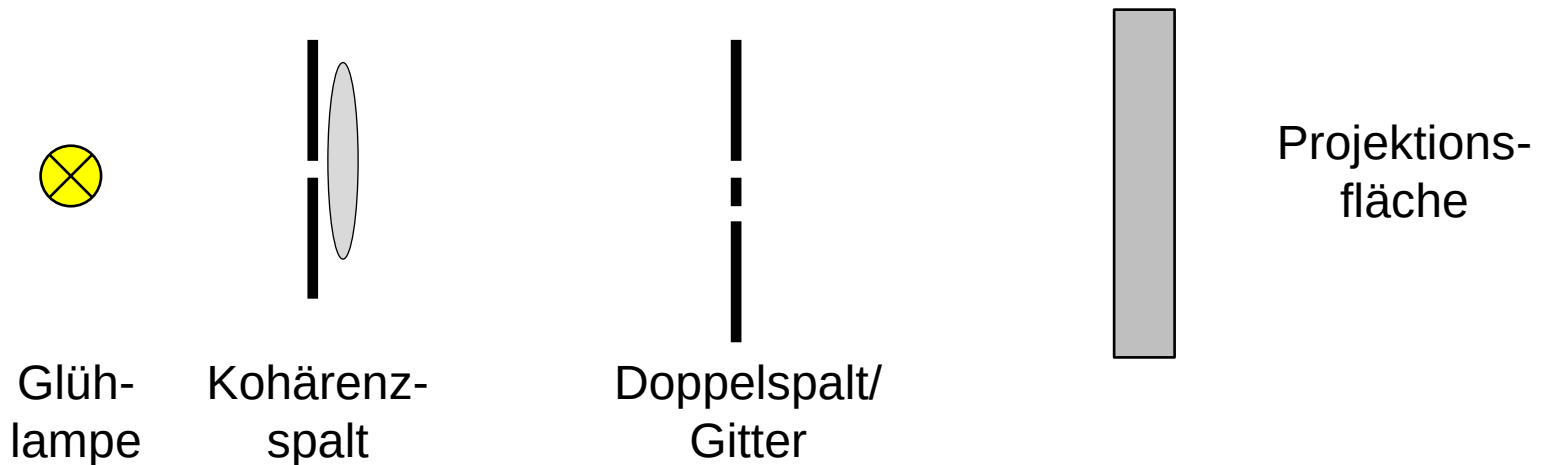
Laserlicht:



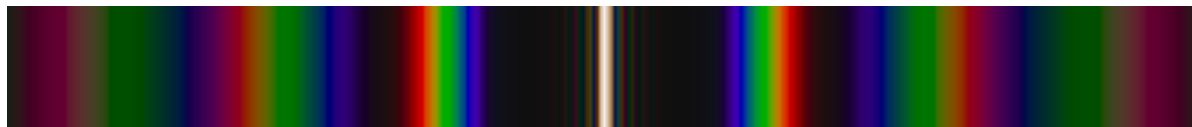
- lange, parallele Wellenzüge
 - gleiche Wellenlänge
- **kohärent**

Lichtwellen sind zueinander kohärent, wenn sie zu jeder Zeit an einem festen Ort in Wellenlänge, Frequenz und Phasenlage übereinstimmen.

Mit Hilfe eines schmalen Spaltes (Kohärenzspalt) kann ein (kohärentes) Wellenbündel erzeugt und Interferenz am Doppelspalt bzw. Gitter nachgewiesen werden.

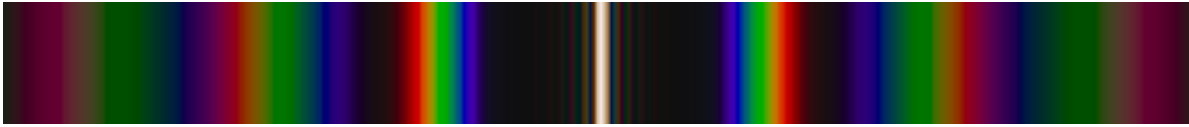


Beobachtungsergebnis:



- (1) Es entsteht ein Interferenzmuster (helle/dunkle Bereiche)
- (2) Das Maximum 0.Ordnung ist weiß.
- (3) Ab dem Maximum 1.Ordnung entsteht ein Farbspektrum.
- (4) **Blau** liegt weiter „Innen“ als **Rot**.

Erklärung/Interpretation



Weißes Licht setzt sich aus verschiedenen Farben zusammen.

Die Interferenzmaxima der verschiedenen Farben liegen an unterschiedlichen Stellen des Schirms.

Die verschiedenen Farben besitzen unterschiedliche Wellenlängen.

→ blau innen – rot außen:

$$s_{\text{blau}} < s_{\text{rot}}$$

$$\alpha_{\text{blau}} < \alpha_{\text{rot}}$$

$$\lambda_{\text{blau}} < \lambda_{\text{rot}}$$

0. Ordnung ?

Alle Farben (Wellenlängen) weisen den Gangunterschied $\delta=0$ auf und interferieren an der gleichen Stelle

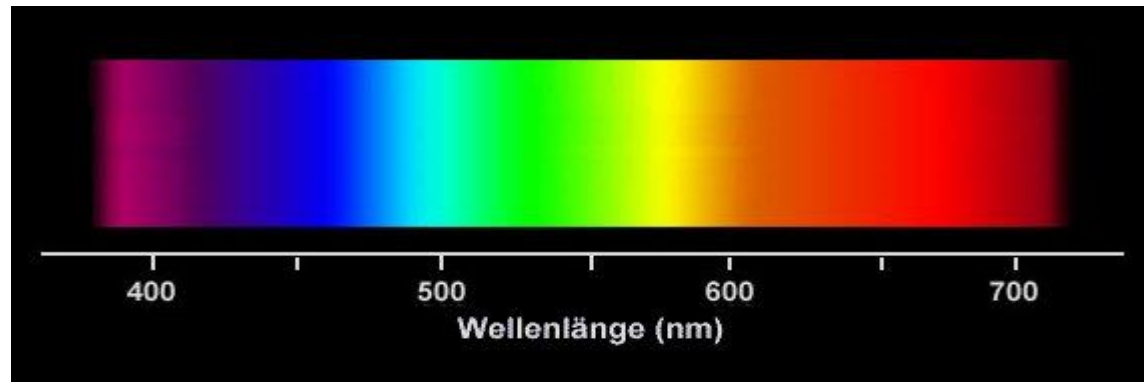
► *additive Farbmischung*

Zusammenfassung:

Mit Hilfe eines Doppelspaltes/Gitters kann weißes (kohärentes) Licht in seine spektralen Bestandteile zerlegt werden.

► Gitterspektrum (Beugungsspektrum)

Weißes Glühlicht liefert ein kontinuierliches Farbspektrum.

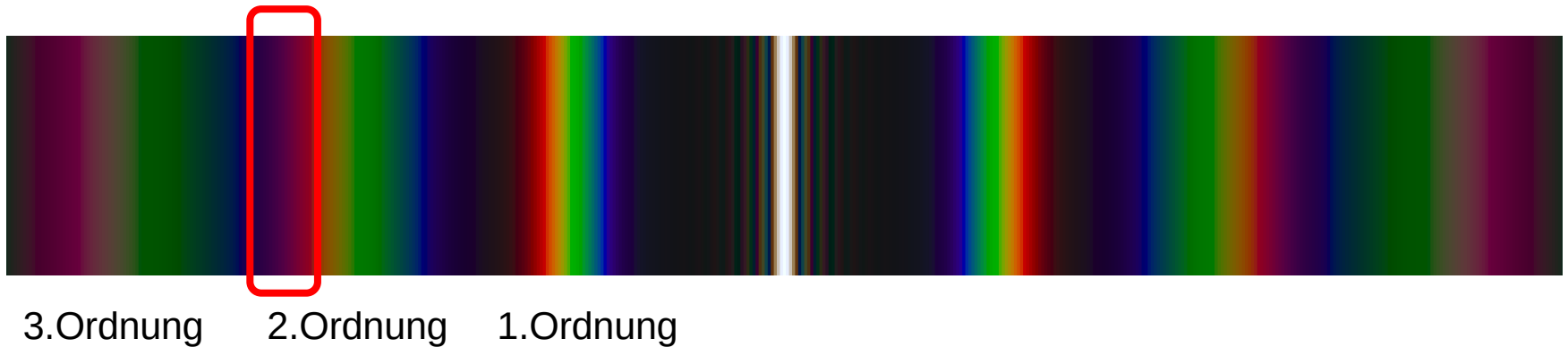


Der sichtbare Teil des Lichtes umfasst den Wellenlängenbereich von ca. 380 – 780nm.

Das Licht einer Farbe (Wellenlänge) nennt man **monochromatisch**.

Mit der Grundgleichung der Wellenlehre $c = \lambda \cdot f$ kann jeder Lichtwellenlänge λ auch eine Frequenz f zugeordnet werden.

Spektrale Zerlegung des Lichtes:

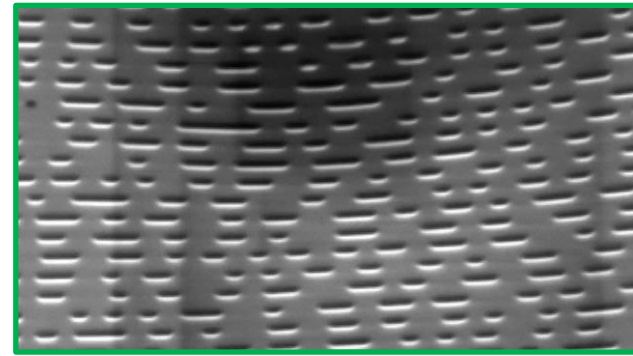


Mit zunehmender Ordnung werden die (kontinuierlichen) Spektren am Gitter breiter.

Die Spektren höherer ($k \geq 2$) Ordnung überlagern sich.

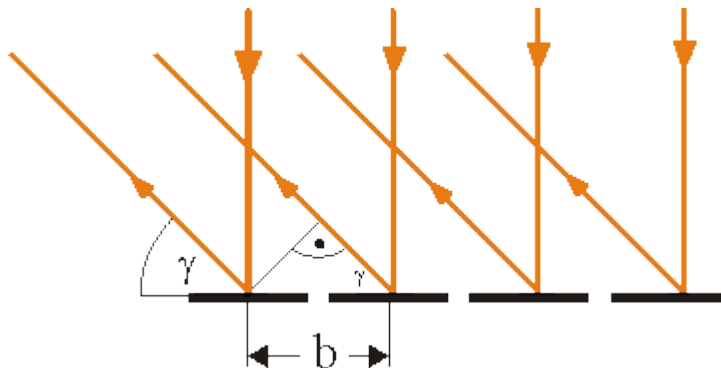
- ▶ Es entstehen Mischfarben
(keine reinen Spektralfarben)
- ▶ Zur spektralen Untersuchung des Lichtes einer Lichtquelle ist nur das Spektrum 1. Ordnung geeignet.

... die Farben an einer CD/DVD:



Die Erhöhungen und Vertiefungen (Pits/Lands) auf einer CD-Oberfläche wirken als **Reflexionsgitter**.

senkrecht einfallendes Licht



Das an den „Spuren“ im Abstand b gebeugte Licht interferiert und erzeugt Maxima für verschiedene Wellenlängen (Farben) unter verschiedenen Winkeln γ .

$\gamma = f(\lambda) \rightarrow$ Bestimmung von b