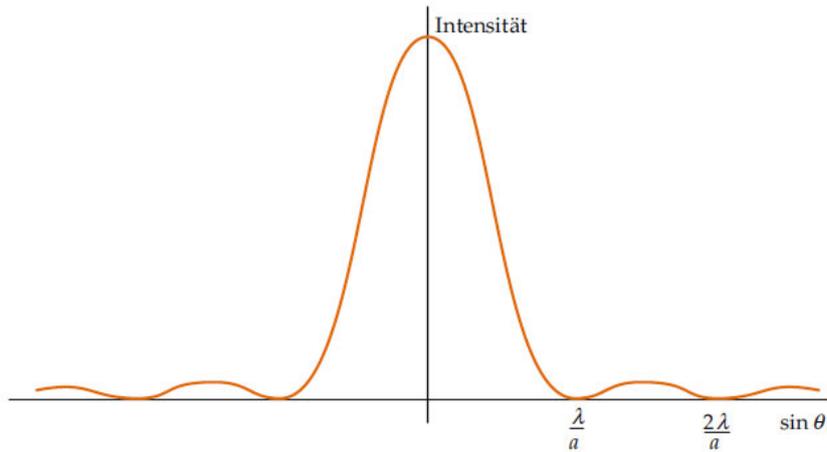


# Auflösung optischer Instrumente

## Beugung am Einzelspalt (Repetition)

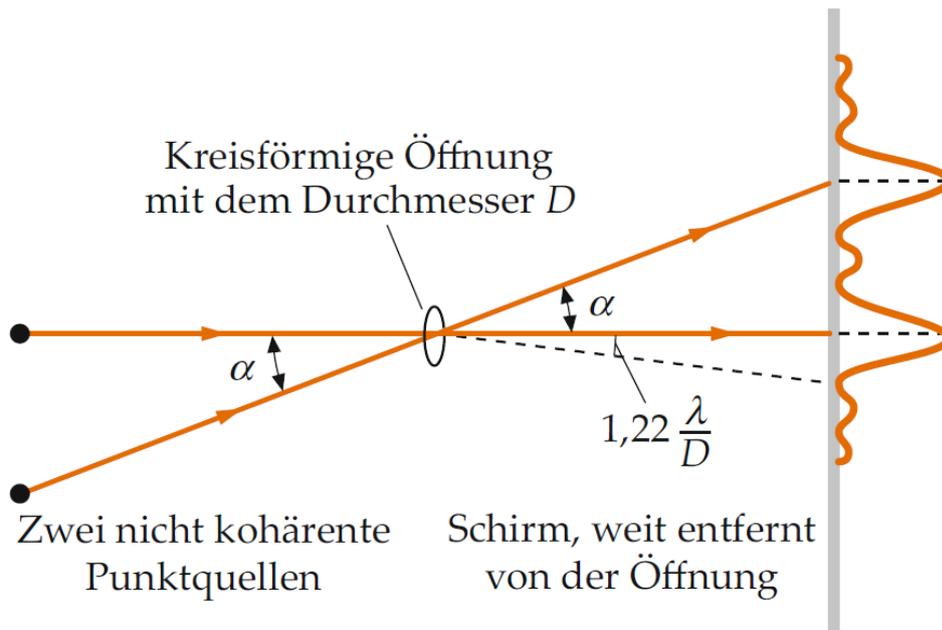


## Auflösung eines Spaltes

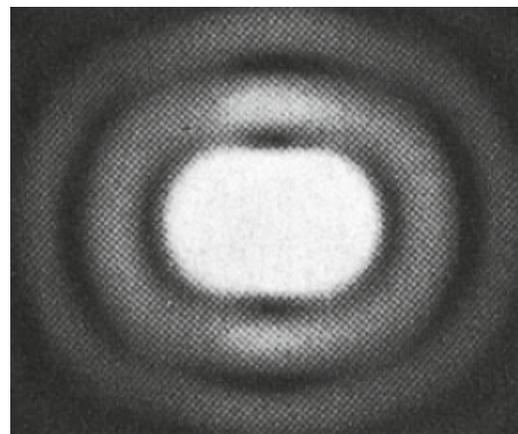
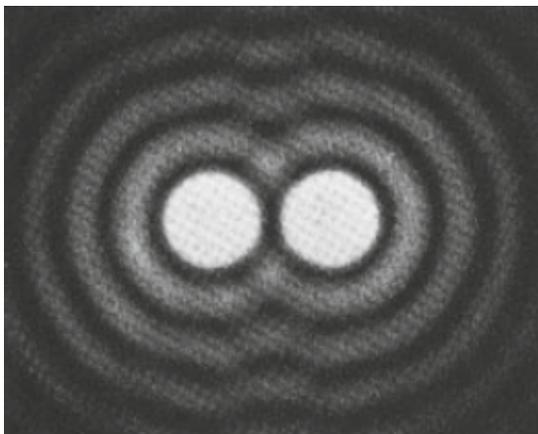


Beugungsmuster eines Spaltes: Ein beleuchteter Doppelspalt wirkt als Lichtquelle. Das von den beiden beleuchteten Spalten ausgehende Licht wird durch einen Spalt hindurch beobachtet.

## Auflösung einer Blende (→ Fernrohr, Auge)



$$\alpha_{\min} = 1,22 \cdot \frac{\lambda}{D} \quad (\text{Rayleigh-Kriterium})$$



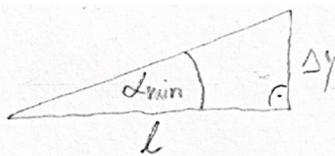
## Auflösung des Auges

• Optisches Auflösungsvermögen

$$\alpha_{\min} = 1.22 \frac{\lambda_0}{D}$$
$$= 1.22 \frac{\lambda_0}{nD}$$

|  $\lambda_0 \approx 500 \text{ nm}$   
 $n \approx 1.3$   
 $D \approx 4 \text{ mm}$

$$\approx 1.2 \cdot 10^{-4}$$
$$\approx \left( \frac{0.5}{60} \right)^\circ$$


$$\alpha_{\min} \approx \tan(\alpha_{\min}) = \frac{\Delta y}{l}$$
$$\Delta y \approx l \cdot \alpha_{\min}$$

|  $l \approx 2.3 \text{ cm}$

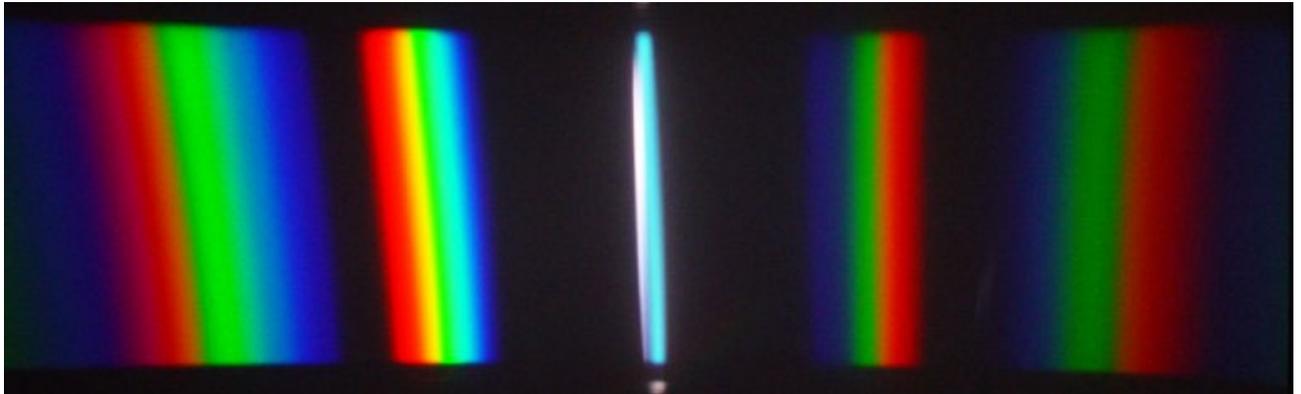
$$\approx 3 \mu\text{m}$$

• Tatsächliches Auflösungsvermögen

$\Delta y \approx 10 \mu\text{m}$  wegen Stäbchen-/Zäpfchen-Anordnung (Tipler:  $\Delta y \approx 3 \mu\text{m}$  o.k.)

$$\Rightarrow \alpha_{\min} \approx \left( \frac{1.5}{60} \right)^\circ$$

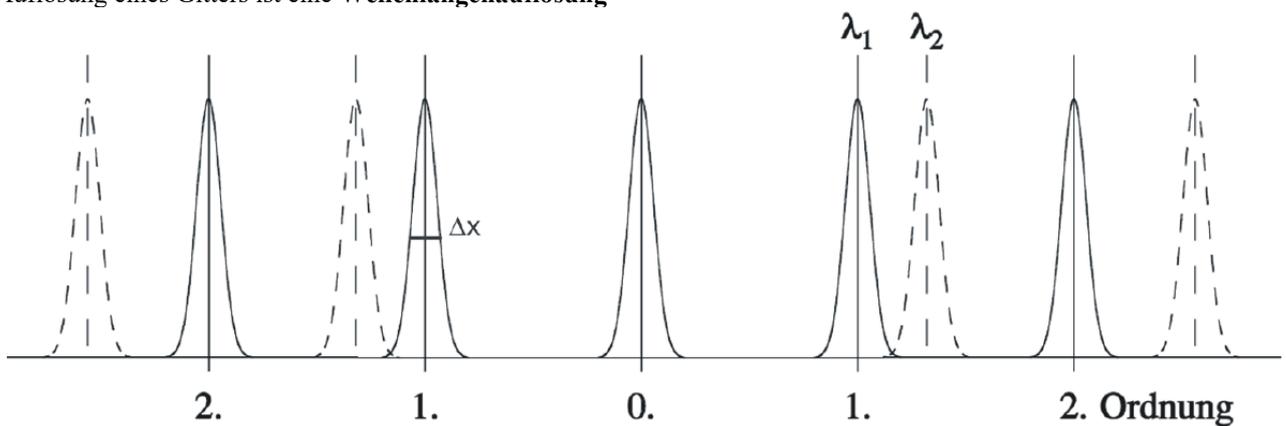
## Beugung am Gitter (Repetition)



Beugungsmuster bei einem mit weissem Licht beleuchteten Gitter

## Auflösung eines Gitters

Auflösung eines Gitters ist eine **Wellenlängenauflösung**



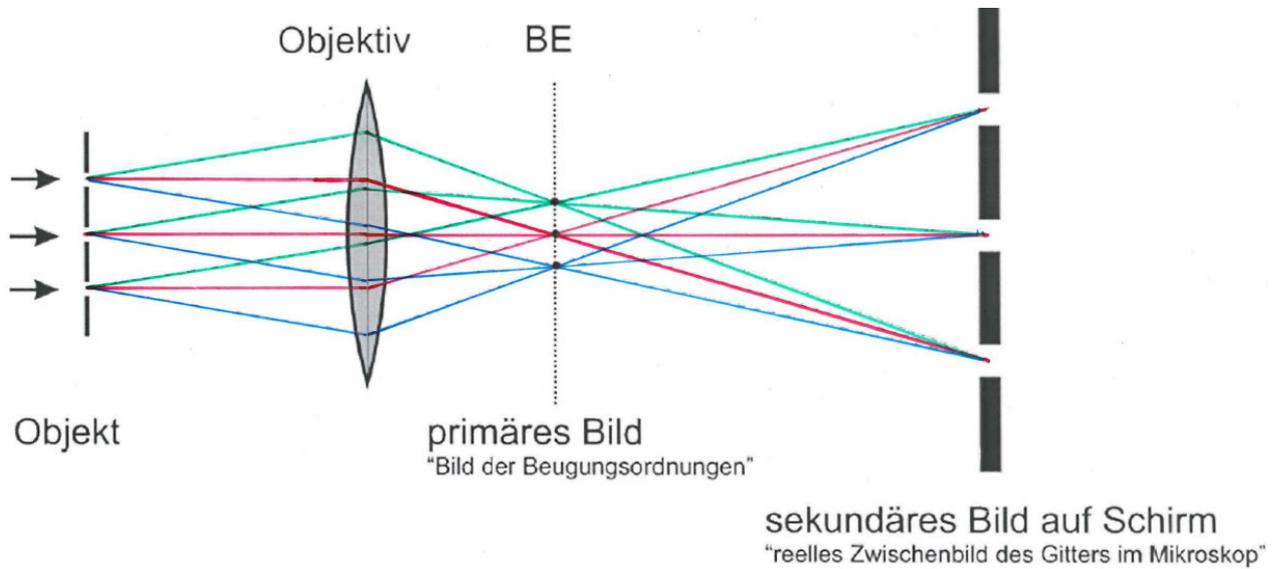
Wellenlängenauflösung

$$A = \frac{\lambda}{|\Delta\lambda|} = m \cdot N$$

( $m$  = Ordnung,  $N$  = Anzahl Gitterlinien)

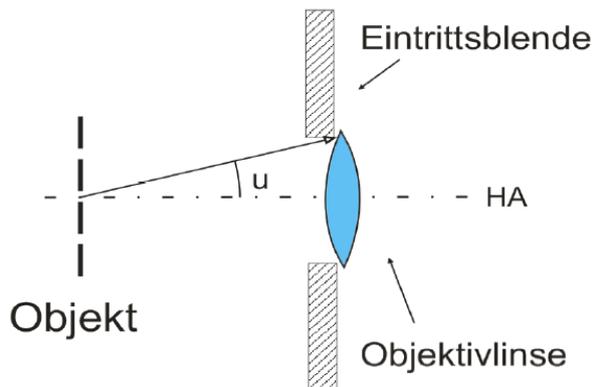
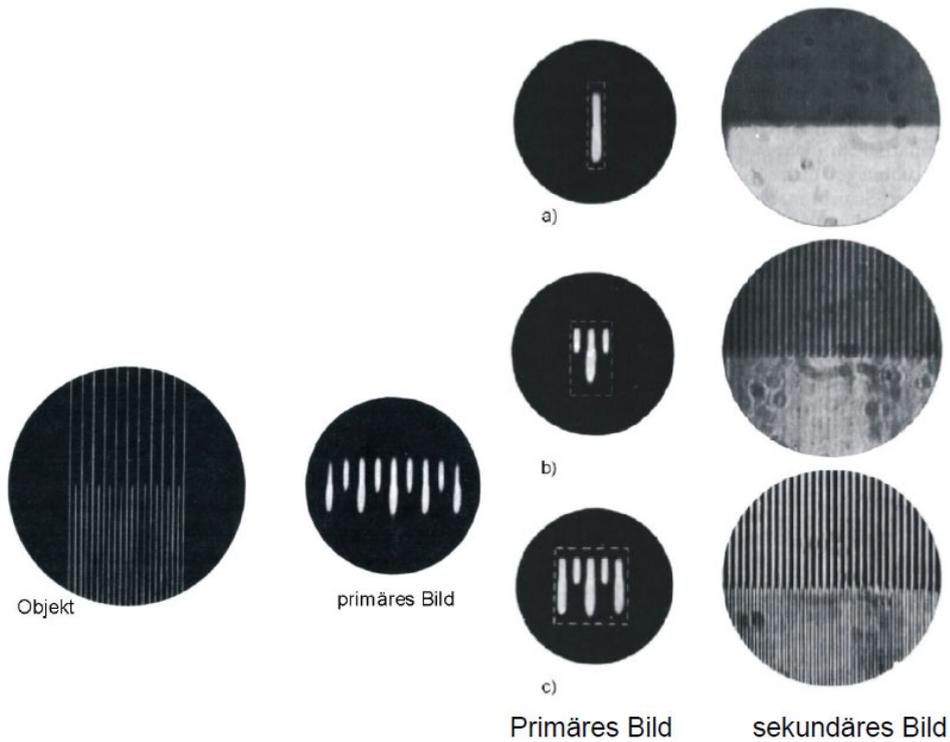
## Auflösung eines Mikroskops

Endliche Auflösung wegen **Beugung am abzubildenden Objekt**



### Abbe-Abbildungstheorie

- Das sekundäre Bild trägt nur dann die volle Information über das Objekt, wenn **alle Beugungsordnungen** zu ihm beitragen.
- Zur Auflösung der Objektstruktur braucht es **neben der 0. Ordnung mindestens noch die 1. Beugungsordnung**.



• Abbe-Bedingung

$$u \geq \theta_1$$

$$\sin(\theta_1) = \frac{\lambda}{g} = \frac{\lambda_0}{n \cdot g}$$

$$\sin(u) \geq \frac{\lambda_0}{n \cdot g}$$

$$g_{\min} = \frac{\lambda_0}{n \cdot \sin(u)}$$

$$= \frac{\lambda_0}{A_N}$$

Def.: Numerische Apertur  $A_N := n \cdot \sin(u)$