

## Wiederholung vom 16.12.2004

### Auflösungsvermögen eines Gitterspektrographen

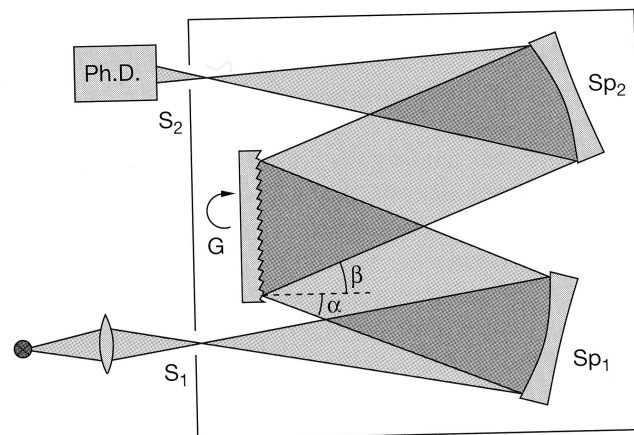


Abbildung 1: Aufbau eines Gittermonochromators

Auflösungsvermögen definiert als  $\frac{\lambda}{\Delta\lambda}$  mit  $\Delta\lambda = \lambda_1 - \lambda_2$

$\frac{\lambda}{\Delta\lambda} = mN$  mit  $m$ : Beugungsordnung und  $N$ : Zahl der ausgeleuchteten Linien

Mit Gitterspektrographen kann man viel höheres Auflösungsvermögen als mit Prismenspektrographen erreichen.

### Allgemeiner Ausdruck für das spektrale Auflösungsvermögen

$\frac{\lambda}{\Delta\lambda} = \frac{\Delta s_m}{\lambda}$  mit  $\Delta s_m$  maximaler Wegunterschied der interferierenden Strahlen.

## Abbildende Methoden

Beugungsmethoden: erhalte Fouriertransformierte des Objekts, besonders für periodische Anordnungen geeignet.

direkte Methoden: erhalte Bild des zu untersuchenden Objekts, besonders für nicht-periodische Anordnungen geeignet.

Am Beispiel des Teleskops gesehen, dass Beugung die räumliche Auflösung begrenzt. Um räumliche Auflösung zu verbessern muss man:

- a) Wellenlänge verkleinern oder
- b) Beugungsbegrenzung überwinden (Nahfeld)

einige direkte Methoden:

Röntgenmikroskop:

optische Aufbau wie normales Mikroskop, jedoch Zonenplatten zu Fokussierung

$\lambda \cong 6 \text{ bis } 1 \text{ nm}$  (200 - 1000 eV)

laterale Auflösung  $\cong 20 - 30 \text{ nm}$

quantitative Messungen an mehr oder weniger naturbelassenen Proben möglich, da kein Hochvakuum nötig

hohe Eindringtiefe  $\Rightarrow$  "dicke" Proben können untersucht werden

Zonenplatten:

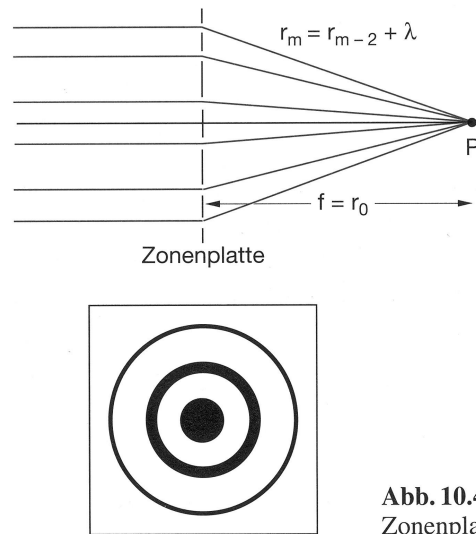


Abb. 10.46. Fresnelsche Zonenplatte

Abbildung 2: Prinzip einer Zonenplatte

Gangunterschied zwischen zwei benachbarten Zonen (Fresnelzonen):  $\lambda/2$ ; jede 2. Zone wird abgedeckt; dadurch Gangunterschied  $\lambda$  und fokussierende Wirkung.

$$r_m \cong \sqrt{r_0 \lambda m}$$

$$F_m = \pi r_0 \lambda$$

Elektronenmikroskop:

Probe wird mit hochenergetischen Elektronen bestrahlt ( $E_{kin} \cong 50.000 \text{ eV}$ )  $\Rightarrow \lambda = 5,5 \cdot 10^{-3} \text{ nm}$

laterale Auflösung ca. 1 - 5 nm (schlechte Elektronenoptik)

muß im Hochvakuum stattfinden, da sonst mittlere freie Weglänge der Elektronen zu kurz wird

Anforderungen an die Probe: wasserfrei und vakuumtauglich, Oberfläche muß elektrisch leitend sein.

Elektronen- und Röntgenmikroskop ergänzen sich

Nahfeldmethoden:

Überwindung des Beugungslimits, indem man sich die Welle im Vakuum nur über eine sehr kurze Distanz (klein gegenüber Wellenlänge) im Vakuum ausbreiten lässt.

Scanning optical near field microscopy (SNOM)

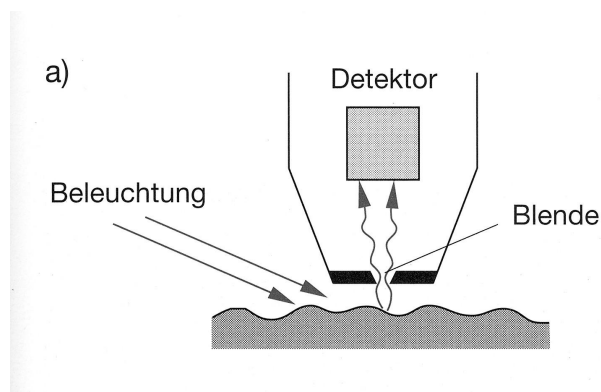


Abbildung 3: Prinzip der optischen Nahfeldmethode

Man erreicht mit optischen Licht 10 nm laterale Auflösung