

Interferometer:

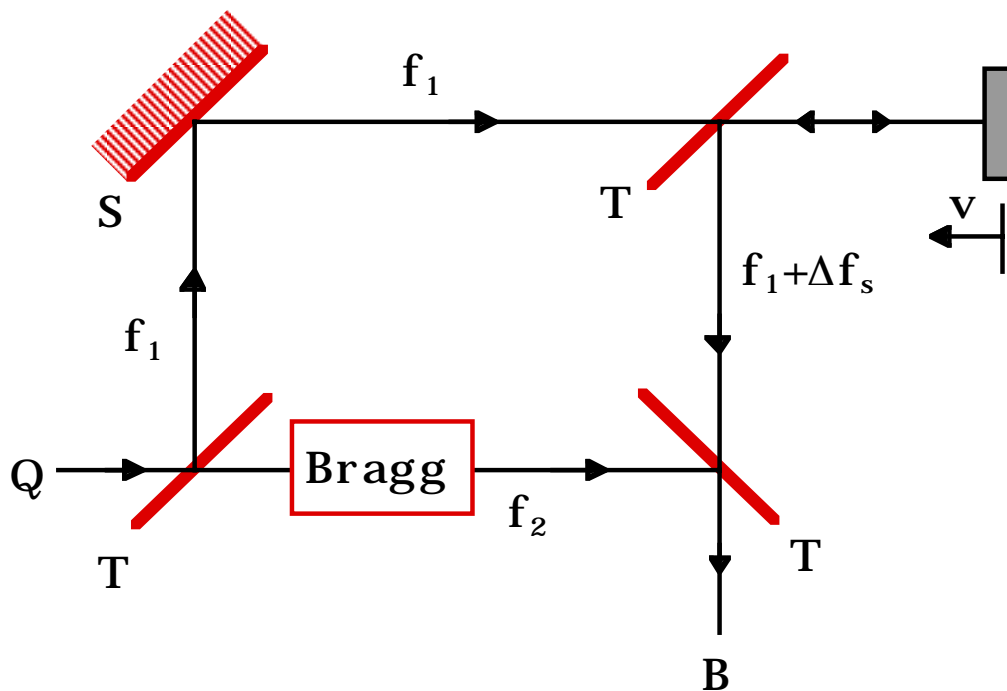
- feste Wellenlängen
- Auswertung optischer Wegunterschiede (Phasenverschiebungen)

---

### Heterodyne Techniken:

- verschiedene Frequenzen
- Messung von Intensitäten (Überlagerungen)

**Mach-Zehnder Interferometer mit Bragg-Zelle (Laserpistole)**



$$\Delta f_s = \frac{2v}{\lambda_1} \quad (\text{Dopplereffekt})$$

Signal der superponierten Strahlen am Photodetektor B:

$$I = \left[ E_1 \cos 2\pi(f_1 + \Delta f_s)t + E_2 \cos 2\pi f_2 t \right]^2$$

$$\cos 2\pi(f_1 + \Delta f_s)t \cdot \cos 2\pi f_2 t = \frac{1}{2} [\cos 2\pi(f_1 - f_2 + \Delta f_s)t + \cos 2\pi(f_1 + f_2 + \Delta f_s)t]$$

Signal I enthält Überlagerungskomponente (Amplitudenmodulation)

$$I_H = E_1 E_2 \cos 2\pi(f_1 - f_2 + \Delta f_s)t$$

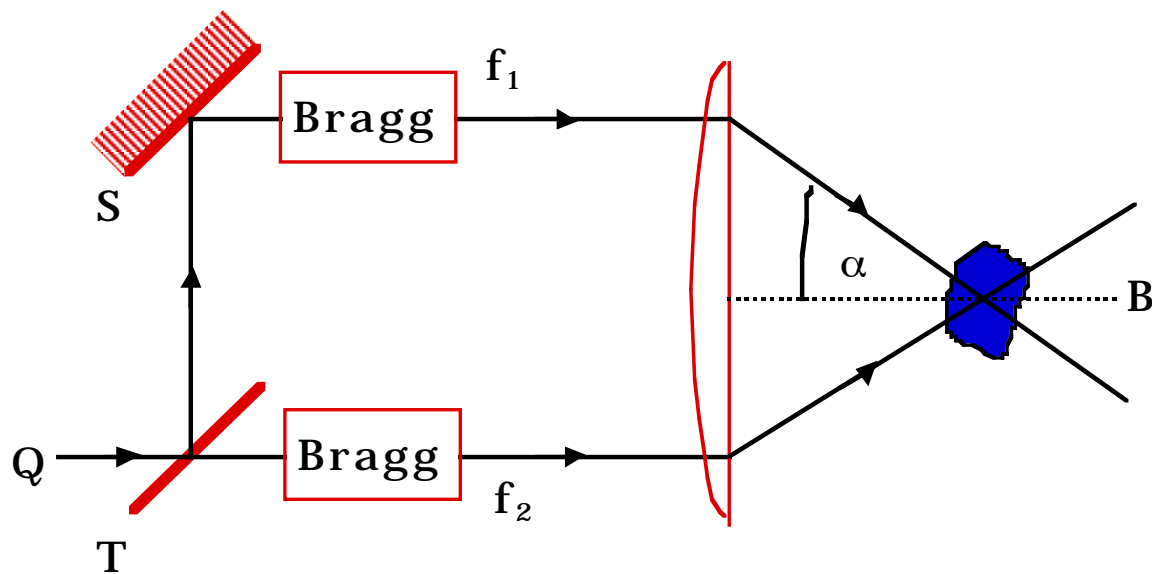
deren zeitliche Änderung mit der Frequenz

$$f_1 - f_2 + \Delta f_s \quad (\text{MHz - Bereich})$$

mittels Photodetektor nachweisbar ist.

---> Messung von Geschwindigkeiten: **1 mm/s < v < 1 m/s**

## Laser-Doppler Anemometer



Messung: Verteilung von Teilchengeschwindigkeiten in Flüssigkeiten

Signal der superponierten Strahlen am Photodetektor B:

$$I = \left[ E_0 \cos 2\pi(f_1 - \Delta f_{s1})t + E_0 \cos 2\pi(f_2 + \Delta f_{s2})t \right]^2$$

Frequenzverschiebungen infolge Dopplereffekt:

$$\Delta f_{s1} = \frac{v \sin \alpha}{\lambda_1}$$

$$\Delta f_{s2} = \frac{v \sin \alpha}{\lambda_2}$$

Signal I enthält Überlagerungskomponente (Amplitudenmodulation)

$$I_H = E_0^2 \cos 2\pi(f_1 - f_2 - \Delta f_{s1} - \Delta f_{s2})t$$

deren zeitliche Änderung mit den Frequenzen  
(Verteilung von Teilchengeschwindigkeiten)

$$f_1 - f_2 - \Delta f_{s1} - \Delta f_{s2} \quad (\text{MHz - Bereich})$$

über nachgeschalteten Frequenzanalysator nachweisbar ist.