

## Wiederholung Physik 1 / 2

- Bewegung klassischer Teilchen
- Wellenphänomene
- Elektromagnetische Wellen

## Klassische physikalische Körper:

- in Raumbereich lokalisiert
- kontinuierliche Bewegung

Kinetik: Teilchenbahn vollständig beschrieben durch Angabe von Ort  $\vec{r}(t)$  und Geschwindigkeit  $\vec{v}(t)$  bzw. Impuls  $\vec{p}(t)$

Dynamik: Sind die auf das Teilchen wirkenden Kräfte  $\vec{F}(t)$  bekannt, so legen die Anfangsbedingungen  $\vec{r}(t_0)$ ,  $\vec{p}(t_0)$  die Teilchenbahn eindeutig über  $\vec{F} = d\vec{p} / dt$  fest.

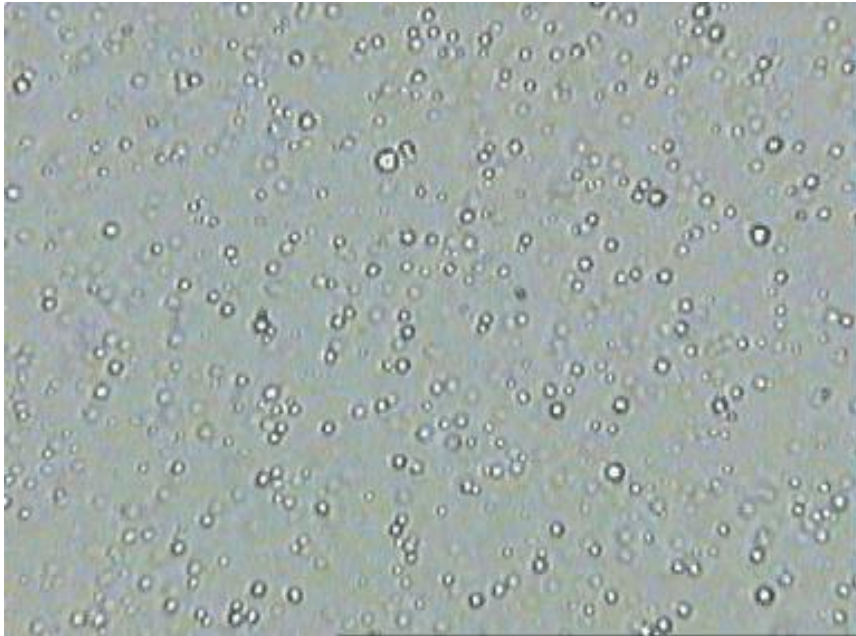
Energetik: In konservativen Kraftfeldern ist  $E = E_{kin} + E_{pot} = \text{konst.}$

$$E_{kin} = \frac{1}{2} m v^2 = p^2 / 2m$$

→ klassische Teilchenbewegung ist deterministisch.

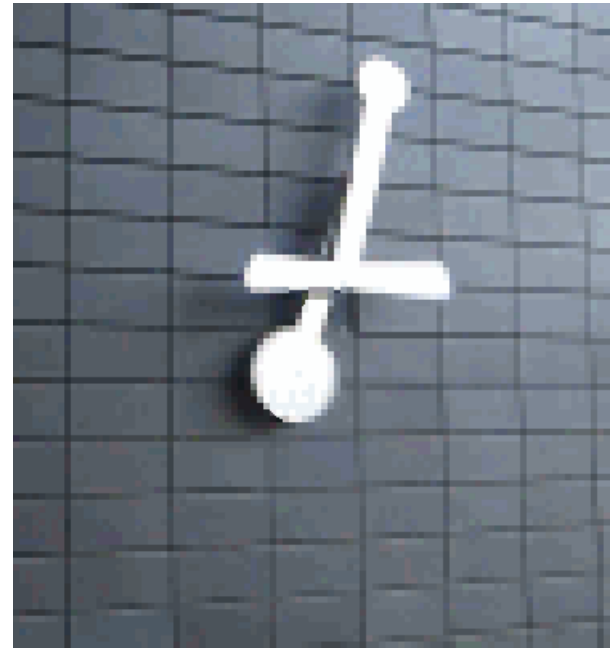
Reale physikalische Systeme können scheinbar zufälliges Verhalten zeigen:

- Brownsche Bewegung



<http://www.microscopy-uk.org.uk/dww/home/hombrown.htm>

- Chaotische Bewegung in nichtlinearen Systemen



Grund:

Unvermögen, die Anfangsbedingungen genau zu bestimmen bzw. festzulegen.

Eindimensionale Welle ist Kette identischer, gekoppelter Oszillatoren entlang z Richtung:

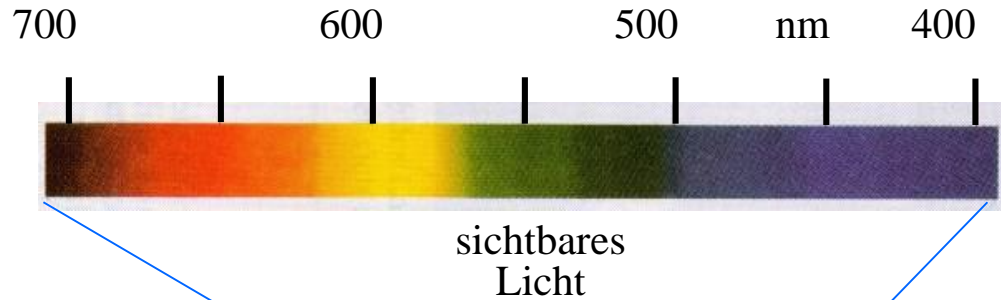
Auslenkungen  $\xi$  an jeder Position  $z$  sind harmonische Schwingungen mit Periode  $T = 2\pi / \omega$ , die zu einander feste Phasendifferenzen aufweisen  
 → Welle in  $z$  Richtung:

$$\xi(z, t) = A \cdot \sin(\omega t - kz) = C \cdot e^{i(\omega t - kz)} = C \cdot e^{2\pi i(t/T - z/\lambda)}$$

Charakteristische Größen:

|                        |  |
|------------------------|--|
| Frequenz:              | $\nu = \frac{\omega}{2\pi}$  |
| Wellenlänge:           | $\lambda = v_{Ph} \cdot T = v_{Ph} \frac{2\pi}{\omega} = \frac{v_{Ph}}{\nu}$ |
| Wellenzahl:            | $k = \frac{2\pi}{\lambda}$   |
| Phasengeschwindigkeit: | $v_{Ph} = \lambda \cdot \nu = \frac{\omega}{k}$                              |

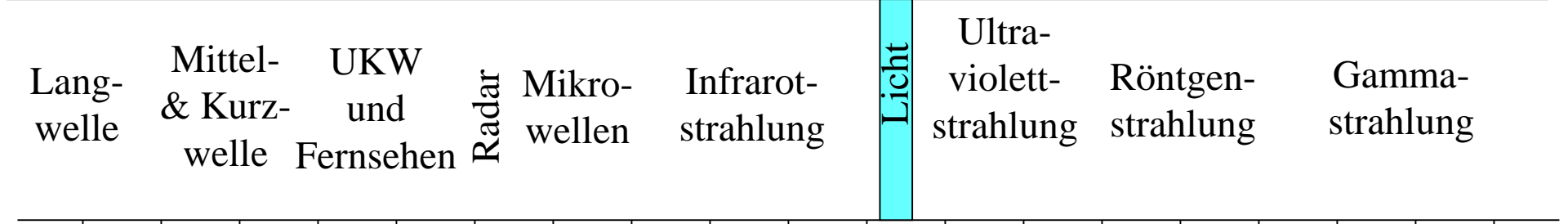
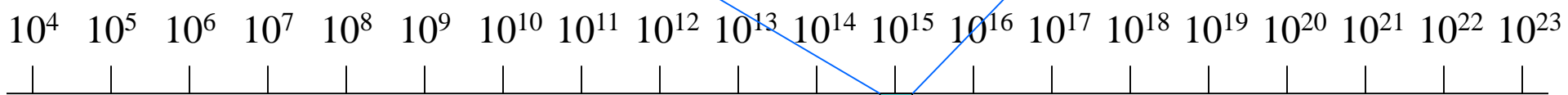
# Spektrum der elektromagnetischen Wellen



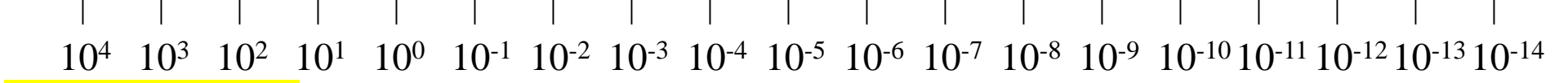
$$\lambda = \frac{c}{\nu};$$

$$c = 2.998 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

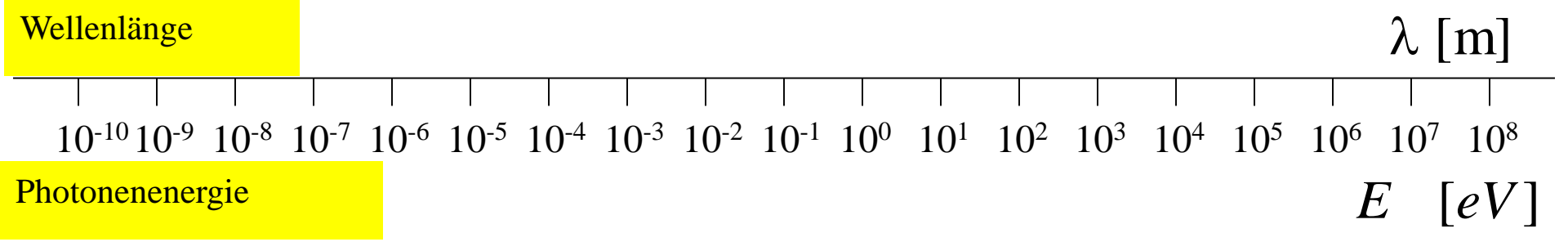
Frequenz



Wellenlänge



Photonenenergie



## Licht als Welle

- Wellengleichung:  $\Delta \vec{E} - \varepsilon \varepsilon_0 \mu_0 \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} = 0$

$$\Delta \vec{B} - \varepsilon \varepsilon_0 \mu_0 \frac{\partial^2 \vec{B}}{\partial t^2} = 0$$

Ausbreitungsgeschwindigkeit:

$$v_{Ph} = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon \varepsilon_0 \mu_0}} = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon}} = \frac{c}{n}$$

- Lösung, z.B. ebene Wellen:

$$\vec{E}(\vec{r}, t) = \vec{E}_0 \cdot e^{i(\omega t - \vec{k}\vec{r} + \varphi)} ;$$

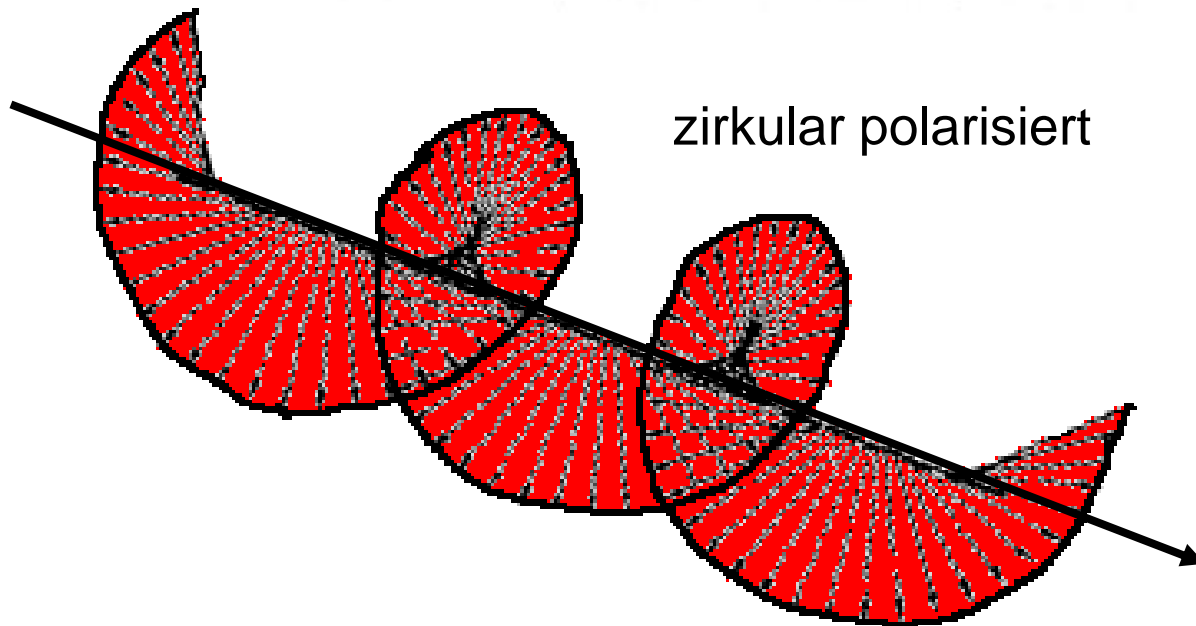
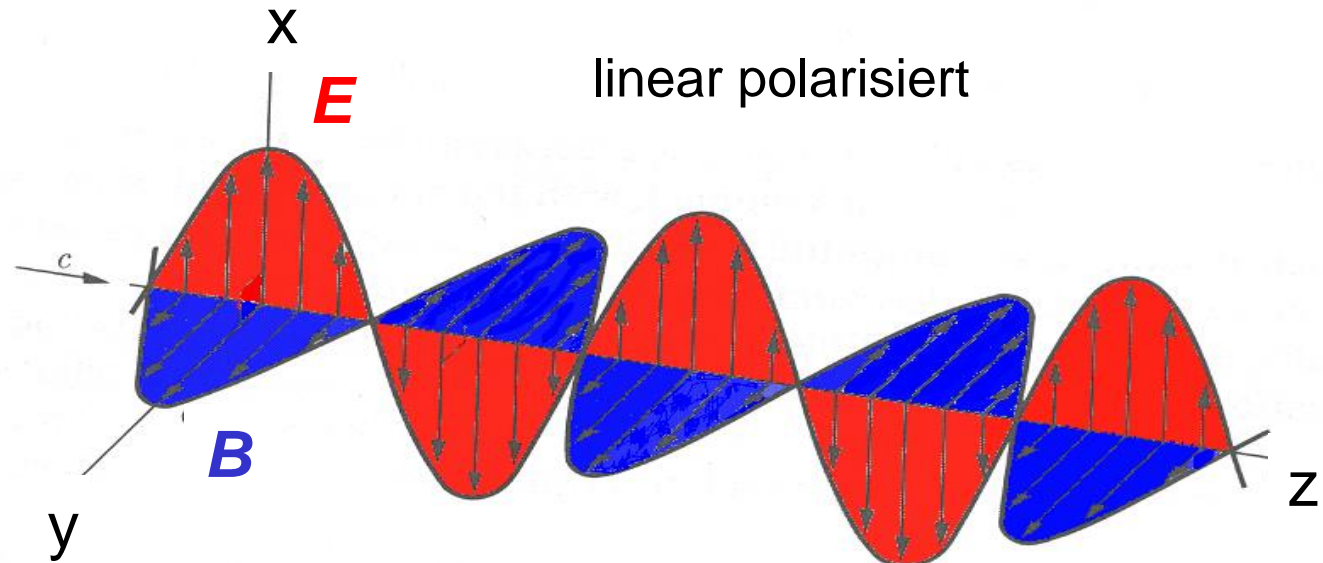
$$\vec{E} \perp \vec{B} \perp \vec{k}; \quad |\vec{E}| = \frac{c}{n} |\vec{B}|$$

- Energiefluss:  $\vec{S} = \vec{E} \times \vec{H} = \frac{1}{\mu_0} \vec{E} \times \vec{B}$

- Energiedichte:  $w_{EM} = \varepsilon_0 |\vec{E}|^2$

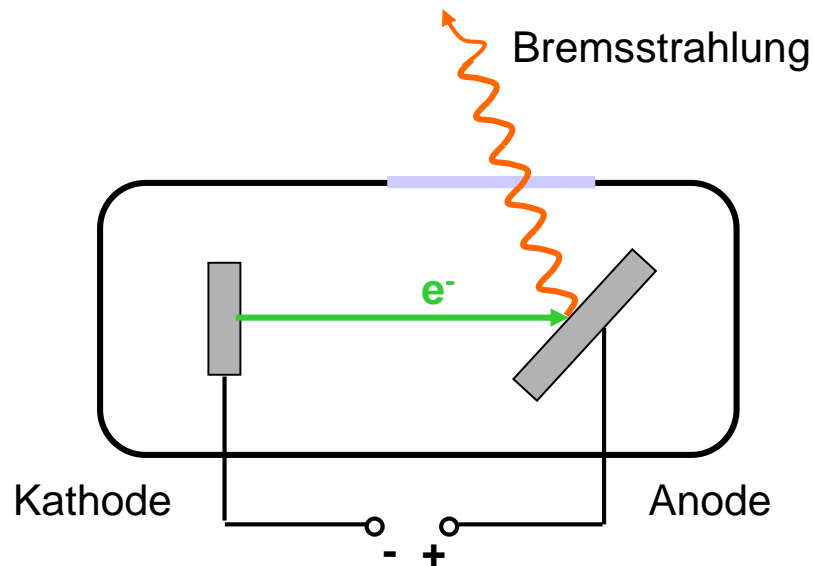
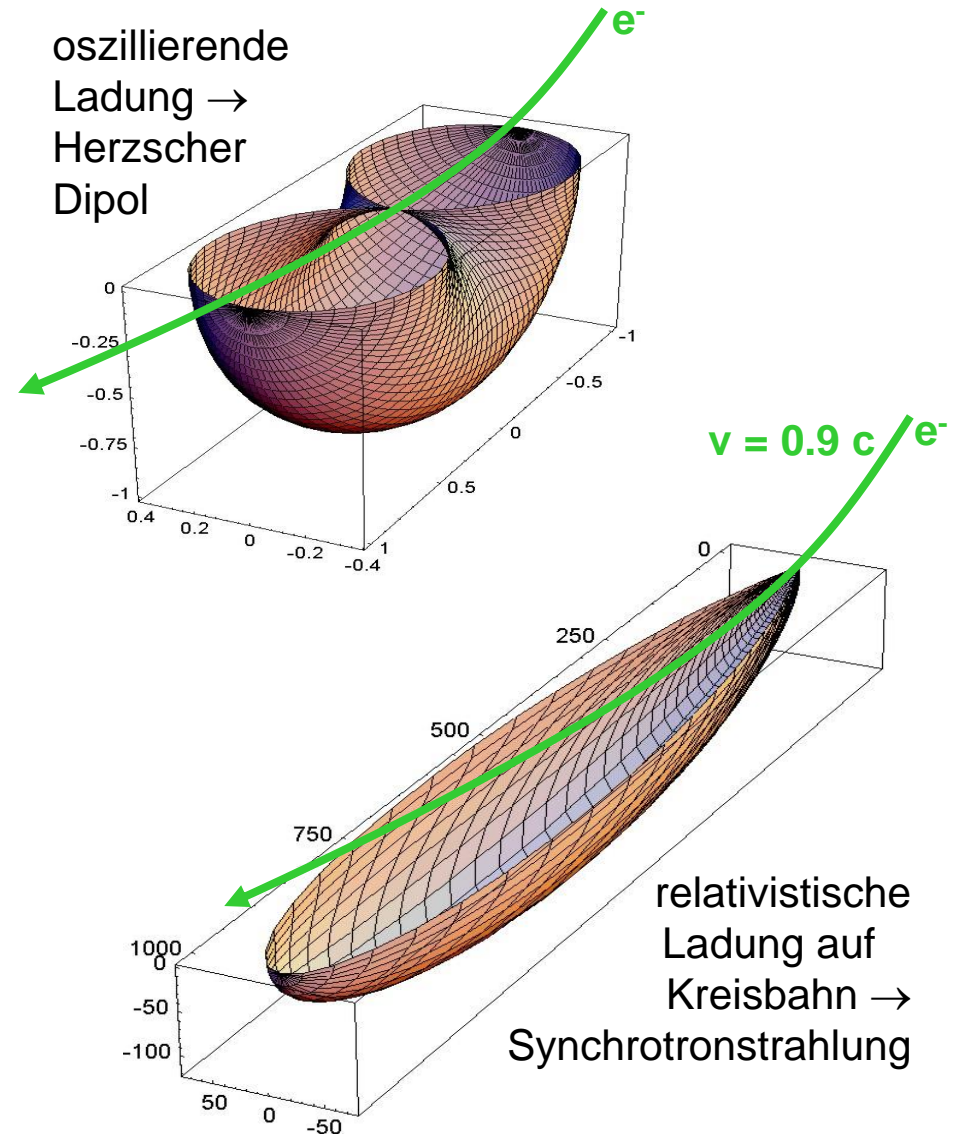
- Impulsdichte:  $|\vec{\pi}_{EM}| = w_{EM} / c$

## Polarisation



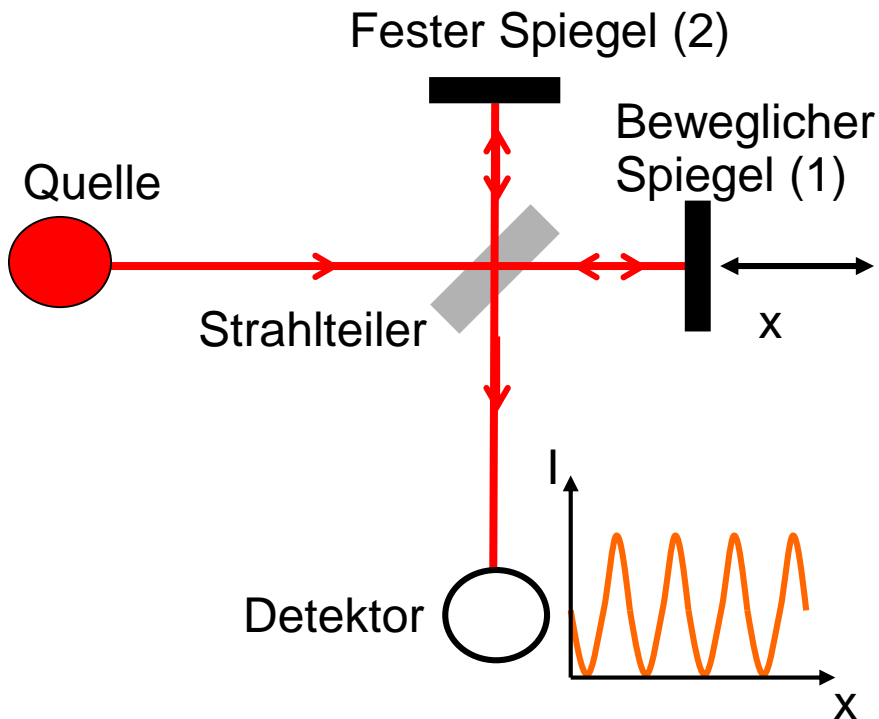
Elektromagnetische Strahlung wird durch beschleunigte Ladungen erzeugt:

- Hertzscher Dipol
- Synchrotron
- Bremsstrahlung

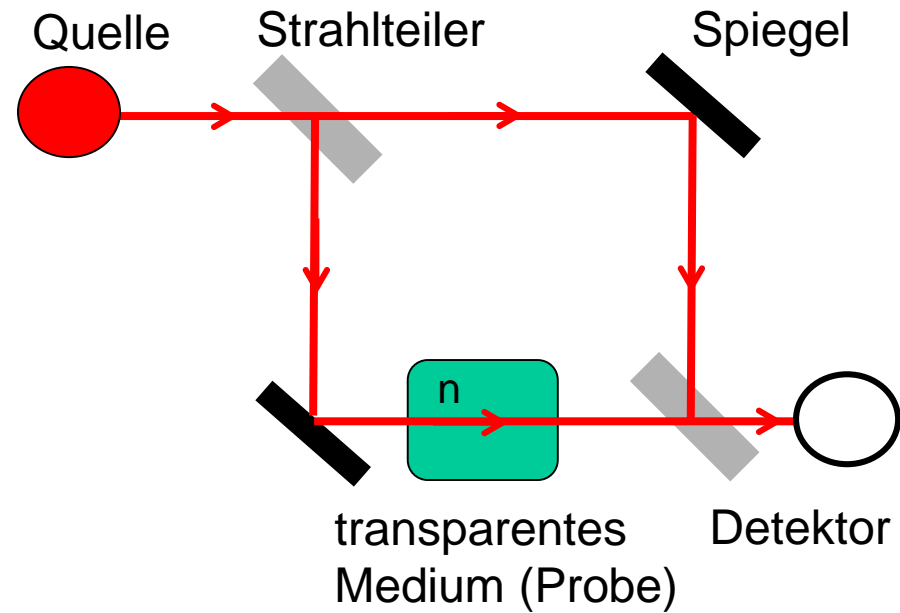




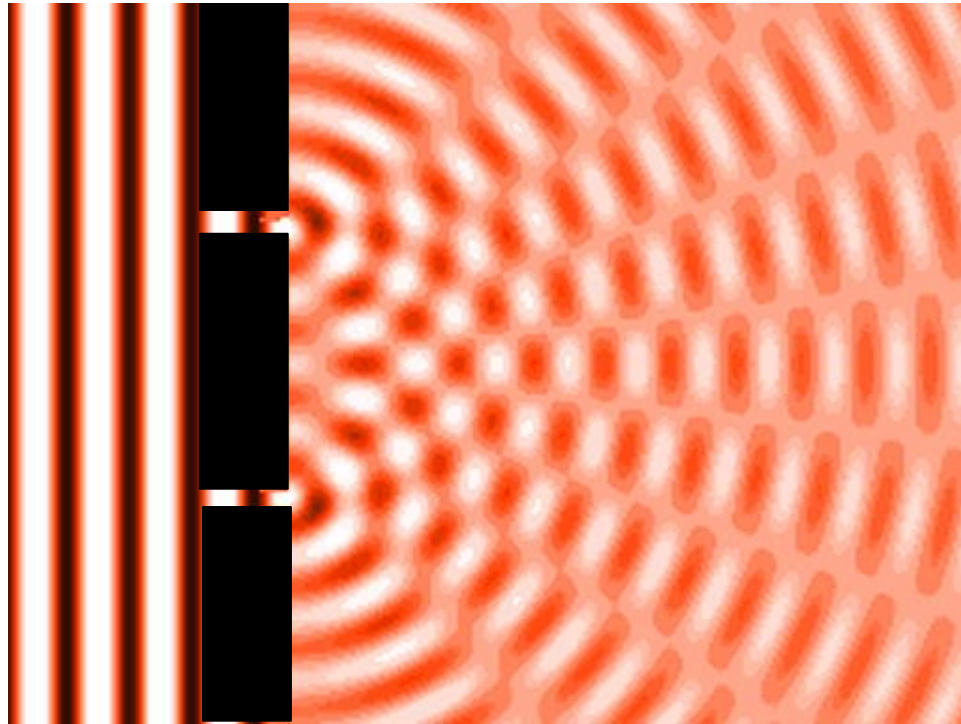
Michelson Interferometer



Mach-Zehnder Interferometer



Mehrfachspalt/Gitter



Einfachspalt

