

ZUSAMMENFASSUNG PHYSIK

MECHANISCHE WELLEN: DOPPLER EFFEKT & MACH'SCHER KEGEL

I. DOPPLER-EFFEKT

Der Doppler-Effekt tritt bei folgenden Beispielen auf:

- Martinshorn (Schallwellen)
- langsame Ente (Wasserwellen)
- Rotverschiebung (Astronomie)

a) Bewegte Quelle:

$$\left. \begin{array}{l} c = \text{const} \\ \lambda' = \lambda - v \cdot T \end{array} \right\} \begin{array}{l} c = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot f \Leftrightarrow \lambda = \frac{c}{f} \\ \Rightarrow \lambda' = \left(\frac{c}{f}\right)' \end{array} \left. \right\} \frac{c}{f'} = \frac{c}{f} - \frac{v}{f} \Leftrightarrow$$

Es ergibt sich eine Formel für f' :

$$f' = \frac{c}{c \pm v} \cdot f \text{ bzw. } f' = \frac{1}{1 \pm \frac{v}{c}} \cdot f \text{ bzw. } f' = \left(1 \pm \frac{v}{c}\right)^{-1} \cdot f$$

Es kommt hierbei ganz darauf an, ob sich die Quelle vom Empfänger weg bewegt oder sich ihm annähert:

- *PLUS*: Quelle bewegt sich auf den Beobachter zu (Abstand wird kleiner)
- *MINUS*: Quelle bewegt nähert sich dem Beobachter (Abstand wird größer)

b) Bewegter Empfänger, ruhende Quelle

$$\left. \begin{array}{l} \lambda = \text{const} \\ c = \text{variabel} \end{array} \right\} \begin{array}{l} c_{\text{neu}} = \lambda \cdot f' \\ c_{\text{neu}} = c + v \end{array} \left. \right\} f' = \frac{c_{\text{neu}}}{\lambda} = \frac{c + v}{\lambda} = \frac{c + v}{c} \cdot f$$

Es ergibt sich somit für f' folgende Formel: $f' = \left(1 \pm \frac{v}{c}\right) \cdot f$

Dabei gilt es wiederum zu unterscheiden:

- *PLUS*: Empfänger bewegt sich auf die Quelle zu (empfindet Welle schneller)
- *MINUS*: Empfänger bewegt sich von Quelle weg (empfindet Welle langsamer)

II. MACH'SCHER KEGEL

Der Mach'sche Kegel kommt bei folgenden Beispielen zum Vorschein:

- Wasserwelle (Ente)
- Schallwelle (Düsenjäger)
- Cerenkow-Strahlung (Radioaktiver Zerfall)

Zweidimensional gesehen, kann man den Mach'schen Kegel als eine Art Bugwelle bezeichnen. Diese Bugwelle entspricht bei Kreisdarstellung von Wellen der gemeinsamen Tangente an alle Kreise. Diese Tangenten kann man mithilfe des Thaleskreis konstruieren.

Es ergibt sich ein rechnerischer Zusammenhang zwischen α , dem Winkel, in dem die Tangente zur Richtung der Quelle steht, und den Größen c und v :

$$\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{c}{v}$$