

Mechanischer DOPPLER-Effekt - Bewegter Sender und bewegter Empfänger - Grundwissen



Wie ändert sich für einen bewegten Empfänger die Wellenlänge bzw. die Frequenz einer Welle, wenn sich der Sender ebenfalls bewegt?

Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle in dem umgebenden Medium sei c , die Frequenz der vom Sender ausgesandten Welle sei f_s bzw. deren Schwingungszeit T_s und damit die Wellenlänge der Welle $\lambda_s = \frac{c}{f_s} = c \cdot T_s$. Weiter bewege sich der Sender mit der Geschwindigkeit v_s und der Empfänger mit der Geschwindigkeit v_E .

Aufgrund dieser Bedingungen ‚sieht‘ der Empfänger die Wellenfronten mit der Geschwindigkeit $c \pm v_E$ an sich vorbeiziehen, je nachdem, ob sich der Empfänger zum Sender hin- (Rechenzeichen „+“) oder von ihm fortbewegt (Rechenzeichen „-“). Die beobachtete Wellenlänge ist außerdem $\lambda_E = \lambda_s \mp v_s \cdot T_s$, je nachdem, ob sich der Sender zum Empfänger hin- (Rechenzeichen „-“) oder vom Empfänger fortbewegt (Rechenzeichen „+“).

Somit ergibt sich für die Frequenz $f_E = \frac{c \pm v_E}{\lambda_s \mp v_s \cdot T_s}$.

Wegen $\lambda_s = \frac{c}{f_s}$ und $T_s = \frac{1}{f_s}$ ergibt sich nach weiteren einfachen algebraischen Umformungen schließlich

$$f_B = f_s \cdot \frac{1 \pm \frac{v_E}{c}}{1 \mp \frac{v_s}{c}}$$