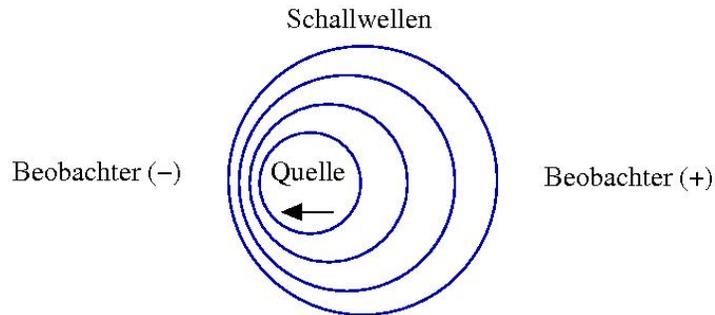


Eine Quelle sendet akkustische Signale mit der Frequenz f und Wellenlänge λ aus, welche sich mit der Geschwindigkeit

$$c = \lambda f \quad (1)$$

von der Quelle ausbreiten. Bewegen sich Quelle und Beobachter mit einer Geschwindigkeit v relativ zu einander, so tritt der **Dopplereffekt** auf. Wichtig ist dabei, welche Bewegung relativ zum Medium in dem sich der Schall ausbreitet (Luft) erfolgt!

1. Bewegte Quelle / ruhender Beobachter.



Beobachter hört Schwingungen mit **veränderter Wellenlänge** $\tilde{\lambda}$. Mit (1) folgt

$$\tilde{\lambda} = \frac{c \pm v}{f}$$

und damit für die veränderte Frequenz:

$$\tilde{f} = \frac{c}{\tilde{\lambda}} = \frac{c}{\frac{c \pm v}{f}} = \frac{fc}{c \pm v} = \frac{1}{1 \pm \frac{v}{c}} \cdot f$$

Im Fall “-” nähern sich Quelle und Beobachter an, im Fall “+” entfernen sie sich von einander (siehe Abbildung). Bezeichnet v_q die Geschwindigkeit der Quelle, so gilt:

$$\tilde{f} = \frac{f}{1 \mp \frac{v_q}{c}} \quad (2)$$

2. Ruhende Quelle / bewegter Beobachter.

Hier kommt der Dopplereffekt durch die veränderte Relativgeschwindigkeit $c \pm v$ zustande:

$$\bar{f} = \frac{c \pm v}{\lambda} = \frac{c \pm v}{c} f = \left(1 \pm \frac{v}{c}\right) f$$

Hier nähern sich Quelle und Beobachter im Fall “+” an, im Fall “-” entfernen sie sich von einander. Bezeichnet v_b die Geschwindigkeit des Beobachters, so gilt:

$$\bar{f} = \left(1 \pm \frac{v_b}{c}\right) f \quad (3)$$

3. Bewegte Quelle / bewegter Beobachter

Bewegen sich sowohl die Quelle (Geschwindigkeit v_q) als auch der Beobachter (Geschwindigkeit v_b) relativ zum Medium in dem sich die Schallwellen ausbreiten (Luft), dann ergibt die Kombination der Formeln (2) und (3):

$$\hat{f} = \left(1 \pm \frac{v_b}{c}\right) \tilde{f} = \frac{1 \pm \frac{v_b}{c}}{1 \mp \frac{v_q}{c}} \cdot f = \frac{c \pm v_b}{c \mp v_q} \cdot f$$

Das jeweils obere Vorzeichen gilt, wenn sich Quelle und Beobachter einander nähern, das jeweils untere wenn sie sich von einander entfernen.

Aufgabe:

Der Hupton eines Autos hat die Frequenz 670Hz . Der Wagen nähert sich einem ruhenden Beobachter mit der Geschwindigkeit $45 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Mit welcher Frequenz hört der Beobachter den Ton?