

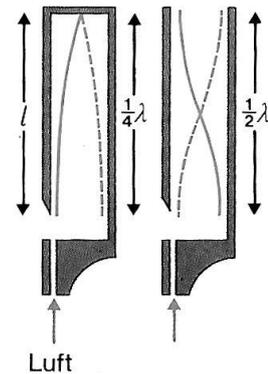
Interferenz gegenläufiger Wellen

- Auf einem 8,5cm langen linearen Wellenträger breitet sich eine Querwelle mit $c=20\text{cm/s}$ aus. Die Anregung erfolgt periodisch mit $f=5\text{Hz}$ und $y_{\text{max}}=1\text{cm}$ und beginne zur Zeit $t=0\text{s}$ in positiver Auslenkungsrichtung. Das Ende des Wellenträgers ist lose.

 - Zeichnen Sie das Bild der Welle zur Zeit $t=0,25\text{s}$.
 - Wie sieht das Bild dieser Welle nach einer Zeit $t=0,7\text{s}$ aus? Beachten Sie die Reflexion.
- Am Anfang eines 9cm langen Wellenträgers wird eine Schwingung mit $y(t) = 1\text{cm} \cdot \sin(20\pi \cdot t \cdot \text{s}^{-1})$ erzeugt, die sich mit $c=40\text{cm/s}$ ausbreitet und am festen Ende reflektiert wird.

 - Nach welcher Zeit t_1 bildet sich eine vollständig stehende Welle auf dem Wellenträger aus?
 - Skizzieren Sie das Bild der stehenden Welle für $t > t_1$. Wie viele Knoten werden sichtbar?
 - Mit welcher Frequenz müsste die Welle erzeugt werden, damit sich auf dem Wellenträger 5 bzw. 3 Knoten ausbilden?

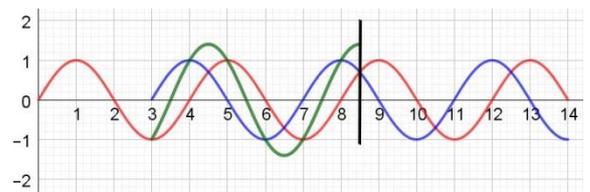
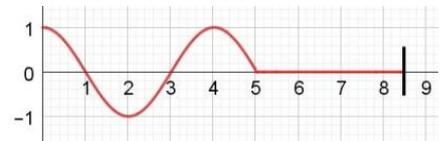
- Blasinstrumente (z.B. Orgelpfeifen) erzeugen durch Luftverwirbelungen stehende mechanische Wellen. Die Grundschwingung ist von der Länge der Luftsäule und der Öffnung an den Enden abhängig. (s. Abbildung).



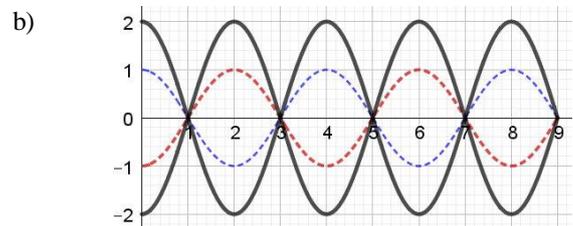
- Berechnen Sie die Länge einer offenen bzw. gedeckten Orgelpfeife um Grundschwingungen der Frequenz $f=25\text{Hz}$ (1kHz) zu erzeugen.
- Treffen Sie eine Aussage zur Länge der Orgelpfeifen bei sehr hohen Frequenzen. Wie können diese Töne erzeugt werden?
- *c) Die 3. Harmonische einer offenen (gedeckten) Orgelpfeife wird durch eine Orgelpfeife der Länge $l=1,56\text{m}$ erzeugt. Bestimmen Sie die Frequenzen.

Lösungen:

- nach $t=0,25\text{s}$ hat sich die Welle um $x = c \cdot t = 5\text{cm}$ ausgebreitet: Die Wellenlänge beträgt: $\lambda = c/f = 4\text{cm}$
 - nach $0,7\text{s}$ hat sich die Welle um $x = 14\text{cm}$ ausgebreitet. Sie wurde nach $8,5\text{cm}$ ohne Phasensprung reflektiert und ist $5,5\text{cm}$ rückläufig und erreicht den Ort $x=3\text{cm}$



- $f = 10\text{Hz}$
 $\lambda = 4\text{cm}$
 $s = 2x = 18\text{cm}$
 $t_1 = 0,45\text{s}$
 - 5 Knoten: $l = 5,5 \cdot \lambda/2$ $\lambda = 3,2\text{cm}$ $f = 12,2\text{Hz}$
 3 Knoten: $l = 3,5 \cdot \lambda/2$ $\lambda = 5,14\text{cm}$ $f = 7,8\text{Hz}$



- 25Hz $\lambda = 13,76\text{m}$ gedeckt: $\lambda/4 = 3,44\text{m}$ offen: $\lambda/2 = 6,88\text{m}$
 1kHz $\lambda = 0,344\text{m}$ $\lambda/4 = 8,6\text{cm}$ $\lambda/2 = 17,2\text{cm}$
 - hohe Frequenzen mit sehr kurzen Orgelpfeifen
Ausnutzung einer höheren Harmonischen
 - offen: $2\lambda = 1,56\text{m}$ $\lambda = 0,78\text{m}$ $f = 441\text{Hz}$
 geschlossen: $7/4\lambda = 1,56\text{m}$ $\lambda = 0,89\text{m}$ $f = 386\text{Hz}$